



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

**VÝVOJ A VLIV HMOTNOSTI OSOBNÍCH AUT A
MOTOCYKLŮ**

DEVELOPMENT AND INFLUENCE OF THE WEIGHT OF CARS AND MOTORCYCLES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martina Valtrová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lubor Zháňal, Ph.D.

BRNO 2018

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Studentka: **Martina Valtrová**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Lubor Zháňal, Ph.D.**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Vývoj a vliv hmotnosti osobních aut a motocyklů

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem bakalářské práce je zmapování historického vývoje hmotnosti osobních aut a motocyklů a rozebrání jejího vlivu na jízdní a provozní vlastnosti.

Cíle bakalářské práce:

Rozbor vlivu hmotnosti na jízdní a provozní vlastnosti.

Chronologický vývoj hmotnosti pro typické zástupce různých tříd vozidel.

Zdůvodnění příčin dosavadního vývoje a nastínění vývoje budoucího.

Seznam doporučené literatury:

REIMPELL, Jornsens. The Automotive Chassis. 2nd edition. Oxford: Butterworth - Heinemann, 2001. 444 s. ISBN 0-7506-5054-0.

GILLESPIE, Thomas. D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 1992. 519 s. ISBN 1-56091-199-9.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18.

V Brně, dne 1. 11. 2017



prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce obsahuje popis historického vývoje hmotnosti automobilů a motocyklů. V první kapitole je popsána dynamika automobilů a vliv hmotnosti na dynamické vlastnosti vozu. Pro lepší popsání vývoje je dále rozebrán vývoj hmotnosti u několika typů vozidel. Historický vývoj a popis současných technologií slouží jako podklad k hlavnímu výstupu práce, tedy k nastínění budoucího vývoje, jež je obsahem poslední kapitoly.

KLÍČOVÁ SLOVA

automobil, motocykl, hmotnost, dynamické vlastnosti, historický vývoj

ABSTRACT

This bachelor thesis contains the description of the evolution of weight of automobiles and motorcycles. The first chapter contains a description of automobile dynamics and the influence of weight on dynamic properties of a vehicle. To describe the evolution of weight better, there are more detailed descriptions of weight evolutions of certain types of vehicles. The research of historical evolution and technology used today serves as the basis for the main outcome of this thesis, which is a prediction of the future development. This is the content of the last chapter.

KEYWORDS

automobile, motorcycle, weight, dynamic properties, historical development

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VALTROVÁ, M. Vývoj a vliv hmotnosti osobních aut a motocyklů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2018. 51 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Lubor Zháňal, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Lubora Zháňala a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 25. května 2018

.....

Martina Valtrová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Luborovi Zháňalovi, Ph.D. za jeho rady a čas, který mi věnoval při řešení dané problematiky, a rodině a přátelům za podporu.

OBSAH

Úvod	9
1 Dynamika vozidel	10
1.1 Dynamika vozidel s pryžovými pneumatikami	10
1.1.1 Maximální rychlost	14
1.1.2 Zrychlení	14
1.1.3 Brzdná charakteristika	15
1.1.4 Odpružení	17
1.1.5 Jízda	19
1.1.6 Ovladatelnost	19
1.2 Vliv hmotnosti na vlastnosti automobilů	21
1.3 Dynamika a vliv hmotnosti na vlastnosti motocyklů	21
1.4 Spotřeba	22
2 Historický vývoj	23
2.1 Vývoj hmotnosti automobilů	23
2.1.1 Podrobnější pohled na vývoj u vozidel A-segmentu	25
2.1.2 Podrobnější pohled na vývoj u vozidel F-segmentu	26
2.2 Vývoj hmotnosti motocyklů	27
2.2.1 Podrobnější pohled na vývoj motocyklů o objemu do 50 cm ³	28
3 Prognóza vývoje	29
3.1 Dnešní ovlivňování hmotnosti vozidel	29
3.1.1 Technologické inovace	29
3.1.2 Materiálové inovace	30
3.1.3 Další inovace	30
3.2 Předpoklad budoucího vývoje	32
4 Závěr	33
Seznam použitých zkratk a symbolů	50
Seznam příloh	51

ÚVOD

V dnešní době jsou na automobily kladeny vysoké bezpečnostní nároky nejen ze strany spotřebitelů, kteří požadují také vysoký komfort a vybavenost, ale i ze strany různých vyhlášek a norem. Instituce, které vydávají tyto normy i spotřebitelé samotní ovšem také tlačí na snižování spotřeby pohonných hmot a emisí. Ovšem snižování hmotnosti vynecháním bezpečnostních prvků či výbavy by vedlo ke snížení jeho užité hodnoty a její zvyšování by vedlo ke zhoršení dynamických vlastností vozidla, což je nežádoucí jak z pohledu spotřebitelů, tak z pohledu možného snížení bezpečnosti. Je třeba najít kompromis mezi snižováním hmotnosti a zachováváním určité úrovně bezpečnosti a komfortu. Mezi způsoby, jak snížit spotřebu vozu je například zefektivnění jeho pohonné jednotky, zlepšení jeho aerodynamických vlastností, nebo snížení jeho hmotnosti. Díky zefektivňování pohonných jednotek dochází ke snižování produkce škodlivých látek, díky dokonalejšímu spalování a lepší filtraci výfukových plynů, a spotřeby i přesto, že nedochází ke snižování hmotnosti vozidel. Zefektivňování již nyní velmi účinných pohonných jednotek je ale čím sál složitější. Proto se dnes výrobci častěji uchylují k užívání alternativních pohonných jednotek, ať už jde o pohon hybridní, tedy o kombinaci elektromotoru s motorem spalovacím, elektromotor, pohonné jednotky využívající ke spalování LPG, CNG, nebo pohony na bázi vodíkové.

Pokud má být zachován trend snižování spotřeby a emisí, což se zdá býti nezbytné, je třeba snižovat hmotnost vozidel, neboť ta má velký vliv nejen na dynamiku vozila, ale především i na jeho spotřebu. Vůz s menší hmotností potřebuje překonávat menší odporové síly a je k jeho provozu třeba motoru s menším výkonem, který bude mít menší spotřebu a bude produkovat méně škodlivých látek.

1 DYNAMIKA VOZIDEL

Dynamika vozidel se zabývá popisem pohybu v závislosti na silovém působení všech vozidel, od letadel a lodí po vozidla s pryžovými pneumatikami, tato část dynamiky je pro tuto práci stěžejní.

Matematické vyjádření reakcí a jednání řidiče, které je pro přesné řešení nezbytné, není předmětem této práce. Tato kapitola se bude zabývat pouze vlastnostmi vozidel jako takových.

1.1 DYNAMIKA VOZIDEL S PRYŽOVÝMI PNEUMATIKAMI

Hmota vozidla se dělí na hmotu odpruženou, tedy vozidlo samotné, a hmotu neodpruženou, tedy pneumatiky, přes něž dochází ke kontaktu s vozovkou. V roce 1931 byl zkonstruován první dynamometr pro pneumatiky, který umožnil měření důležitých vlastností pneumatik, což umožnilo výzkum a vznik mechanistických vysvětlení chování automobilů v zatáčkách, která položila základy k dnešnímu porozumění této problematice.

Zkoumány jsou především pohyby zrychlení, brždění, zatáčení a jízda/jízdní komfort. Hlavní síly ovlivňující performanci vozidla působí v místě kontaktu pneumatiky s vozovkou. Další důležité působící síly jsou síla tíhová a síla odporu prostředí.

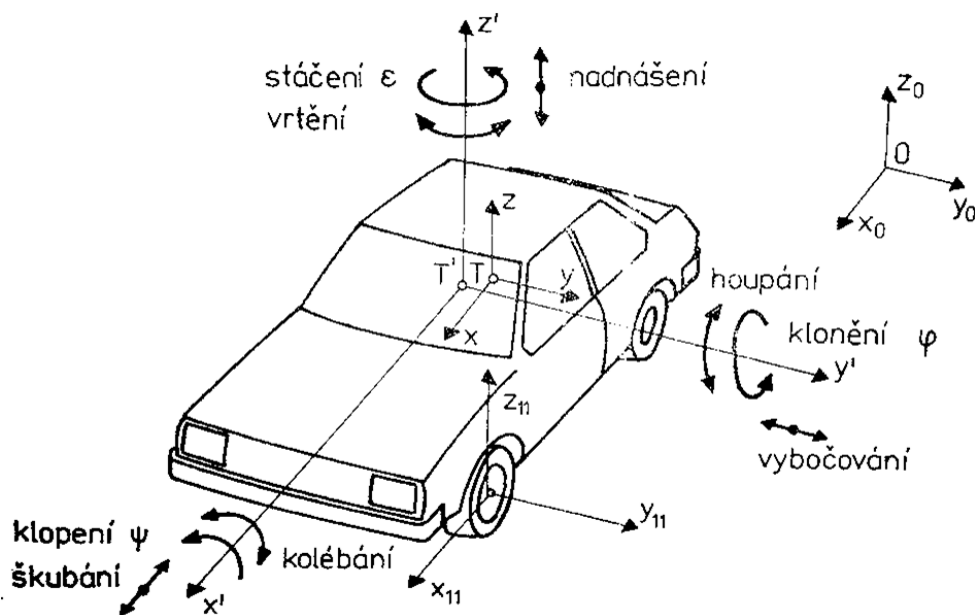
Existují dva přístupy k dynamice vozidel, přístup analytický a přístup empirický. Empirický přístup funguje na principu metody pokus-omyl, kdy je takto zjišťováno, které faktory ovlivňují chování vozidla, jakým způsobem jej ovlivňují a také za jakých podmínek. Díky tomu, že za pozměněných podmínek může dojít ke zcela odlišnému výsledku experimentu, je obecně preferován analytický přístup. Jeho podstatou je vytvoření analytického modelu využitím známých zákonů fyziky. Analytické metody chápání dynamiky pouze přibližně popisují realitu, takže občas dochází k přílišnému zjednodušení za účelem návrhu použitelného modelu a dochází k selhání výpočtu. Z tohoto důvodu je nutné, aby si inženýři uvědomovali rozdíly mezi modelem a realitou a jejich vlivy.

Největším omezením analytických modelů byla v minulosti složitost matematických výpočtů. Před vynálezem počítačů byla analýza považována za úspěšnou pouze pokud bylo řešení zredukovatelné na úlohu s konečným řešením. Díky velké výpočetní síle počítačů je dnes možné sestavit modely a rovnice pro výpočet chování jednotlivých komponentů vozidla. V případě, že si inženýr není jist důležitostí a vlivem u určitých komponent, mohou tyto komponenty ve výpočtu být zahrnuty a posléze z výsledku zjištěn jejich vliv na simulované chování. Díky tomuto postupu a lepšímu porozumění tohoto komplexního systému je možné zlepšovat výkon a dynamický projev změnou různých parametrů a komponentů vozidla.

Čtyřkolé vozidlo lze zjednodušit na systém o pěti tělesech – karoserie a kola – jež jsou propojena zavěšením, pružinami a tlumiči. Pro výpočet a popis většiny pohybů je dostačující popis vozidla coby hmotného bodu, o odpovídající hmotnosti a hybnosti, umístěného v těžišti původního nahrazovaného komplexního systému. [1][2]

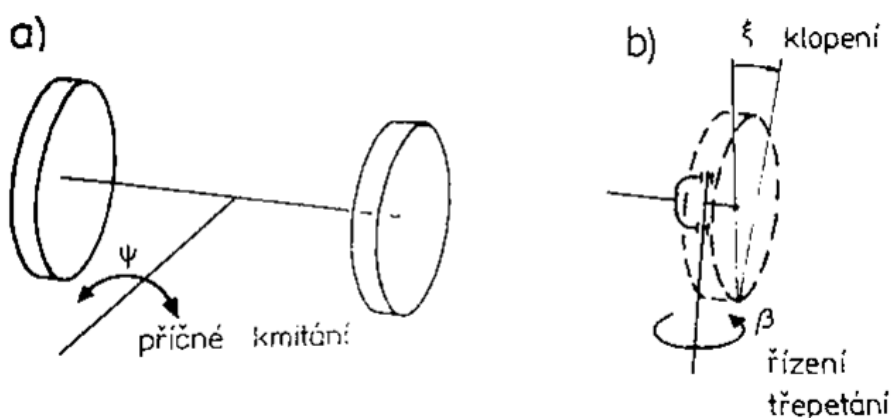
SOUŘADNÉ SYSTÉMY

Souřadné systémy mohou být buď fixovány k vozidlu nebo k Zemi. Systém vycházející z těžiště vozidla má osu x' ve směru pohybu vpřed a na podélné ose symetrie. Osa y' vychází z T' (těžiště odpružené hmoty vozidla) levou stranou z vozidla a osa z' směřuje vzhledem k vozidlu nahoru. Klopení vozidla kolem osy x' je v tomto systému značeno ψ , klonění kolem osy y' je značeno ϕ a stáčení kolem osy z' je značeno ε . Oba souřadnicové systémy je zobrazeny v obrázku níže. Osy x , y a z vychází z těžiště celého vozidla T (odpružená i neodpružená hmota vozidla) a osy x_{11} , y_{11} a z_{11} vychází z T_{11} – těžiště levého předního kola (každé kolo má svůj souřadný systém).



Obrázek 1 – Souřadné systémy k vyjádření pohybů vozidla a názvy jednotlivých pohybů karoserie [2]

Systém fixovaný k Zemi má osu x_0 ve směru pohybu vpřed, osu y_0 ve směru pohybu doleva a osa z_0 popisuje pohyby vozidla vertikálně, tedy kladný pohyb v ose z_0 je pohyb nahoru. Obrázek 2 zobrazuje pohyby nápravy jako celku a pohyby kol.



Obrázek 2 – Pohyby nápravy a kola: a) kmitání tuhé nápravy; b) úhlové pohyby kola [2]

V tabulce 1 je uvedeno dělení pohybů podle souřadnic, které k popisu daného pohybu používají, a také názvosloví, které se s dílčími problémy pojí. Souřadnice y_0 je úzce spjata se souřadnicí ε (otáčivý pohyb kolem osy z') a její druhá derivace \ddot{y}_0 je boční zrychlení vozidla, jež vyvolává ψ – naklopení karoserie.

Tabulka 1 – přiřazení dílčích problémů k pohybovým souřadnicím vozidla [2]

Druh pohybu	Úzká vazba s pohybem	Dílčí problém
x_0 <i>přímá jízda</i>		Přímá jízda, jízdní odpory, jízdní výkony, brzdění, zrychlování
x <i>škubání</i>	φ	Vzájemná závislost různých faktorů
y_0, y <i>vybočování</i>	ε, ψ	Výchylka z přímého směru (směrová stabilita) Příčné kmitání
z_0, z <i>nadnášení</i>	φ, ψ	Svislé kmitání
ψ <i>klopení</i>	z_0	Kolébání (kmitání kolem osy x)
	y_0	Naklápění karoserie při jízdě zatáčkou
φ <i>klonění</i>	z_0	Houpání (kolem svislé osy y) Předklánění při brzdění, zaklánění při zrychlování
ε <i>stáčení</i>	y, ψ	Vrtění (kmitání kolem osy z) Natáčení vozidla k ose z_0 (směrová stabilita)
<i>Náprava, kolo</i>		
β <i>řídící pohyb</i>	y, ψ	Jízda zatáčkou, korekce pro přímou jízdu, samořízení
β <i>třepetání</i>		Kmitání řídicích kol (nucené nebo samobuzené)
φ <i>klonění</i>		Blokování, prokluz, smyk
ξ <i>klopení kola</i>	ψ	Naklápění kol při jízdě zatáčkou (směrová stabilita)

SILOVÉ PŮSOBENÍ

Zdrojem pohonné síly je motor. Motory mohou být charakterizovány točivým momentem a výkonem, kterou vyvíjí, v závislosti na rychlosti/otáčkách motoru. Výkon a točivý moment jsou provázány pomocí otáček následovným vztahem:

$$\text{Výkon} \left[\frac{J}{s} \right] = \text{Krouticí moment} [N \cdot m] \times \text{Otáčky} \left[\frac{rad}{s} \right] \quad (1)$$

$$[kW] = 0,746 \times HP \quad (2)$$

Síly a momenty jsou běžně definovány podle jejich působení na vozidlo. Základním zákonem, na němž je založena velká část dynamiky je Druhý Newtonův Zákon. Tento zákon platí jak pro translační, tak rotační soustavy. Při zachování konstantní hmotnosti tělesa zní tento zákon takto:

$$m\ddot{x} = O_v - G \cdot \sin\alpha + \sum_i F_{xi} \quad (3)$$

F_x ... síly pohonu v ose x
 m ... hmotnost tělesa
 \ddot{x} ... zrychlení ve směru osy x
 O_v ... vzdušný odpor
 G ... tíha vozidla
 α ... úhel sklonu roviny

Při uvažování kol coby samostatných těles a uvažování rovnic pro každé kolo, je rovnice 1 při uvažování valivého odporu rozšířena na rovnici tohoto tvaru:

$$\left(m + \sum_i m_{Ki}\right) \cdot \ddot{x} + \sum_i \frac{J_{Ki}}{r_{di}} \ddot{\varphi}_{Ki} = \sum_i \frac{M_{Ki}}{r_{di}} - (G + \sum_i G_{Ki}) \cdot \sin\alpha - O_v - \sum_i Z_{Ki} \frac{e_i}{r_{di}} \quad (4)$$

m_K ... hmotnost kola
 J_K ... hm. moment setrvačnosti kola
 r_d ... dynamický poloměr kola
 $\ddot{\varphi}_K$... druhá der. úhl. dráhy ot. kola
 M_K ... hnací moment kola
 G_K ... tíha kola
 Z_K ... svislé zatížení kola
 e ... rameno valivého odporu

Z této rovnice dostaneme čtyři jízdní odpory:

$$\begin{aligned} \sum Z_{Ki} \frac{e_i}{r_{di}} &= O_f & \dots & \text{valivý odpor} \\ O_v & & \dots & \text{vzdušný odpor} \\ G_{celk} \cdot \sin\alpha &= O_s & \dots & \text{odpor stoupání} \\ \left(m_{celk} + \sum \frac{J_{Ki}}{r_{di} \cdot r_{Ki}}\right) \cdot \ddot{x} &= O_z & \dots & \text{odpor zrychlení} \end{aligned}$$

Aby se vozidlo začalo pohybovat, hnací síla vozu musí jízdní odpory překonat. Při rozepsání jednotlivých odporů a označení hnací síly F_K bude rovnice pro potřebnou hnací sílu vypadat takto:

$$F_K = fG + c_x \frac{\rho}{2} S_x v_r^2 + G \left(s + \vartheta \frac{\ddot{x}}{g} \right) \quad (5)$$

F_K ... hnací síla
 f ... součinitel val. odporu kol
 G ... tíha vozidla
 c_x ... součinitel vzdušného odporu
 ρ ... měrná hmotnost (vzduchu)
 S_x ... čelní plocha vozidla
 v_r ... rychlost proudění vzduchu
 s ... sklon svahu
 ϑ ... součinitel vlivu rot. částí
 g ... tíhové zrychlení

Výkon přiváděný na kolo, jež je nezbytný k překonání odporů je:

$$P_K = F_K v = \frac{M_K}{r_d} v \quad (6)$$

M_K ... moment na hnacích kolech

v ... rychlost pohybu

1.1.1 MAXIMÁLNÍ RYCHLOST

Maximální rychlost vozidla lze vypočítat více způsoby a vzhledem k její důležitosti coby ukazatele výkonnosti je určována již při projektování vozu. Jedním ze způsobů, jak je v_{\max} užívána při projektování vozu je výpočet potřebného hnacího výkonu motoru:

$$P_m(v_{\max}) = \frac{1}{\eta} \left(f G v_{\max} + c_x \frac{\rho}{2} S_x v_{\max}^3 \right) \quad (7)$$

P_m ... potřebný hnací výkon motoru

η ... mech. účinnost hnacího ústrojí

v_{\max} ... maximální rychlost vozidla

1.1.2 ZRYCHLENÍ

U zrychlení jsou dva hlavní limitující faktory. Prvním je trakce hnaných kol a druhým je síla motoru. Trakce omezuje zrychlení kvůli prokluzu kol většinou především v nízkých rychlostech, výkon motoru většinou v rychlostech vyšších.

Poměr výkonu ku hmotnosti je u vozidla jedním z hlavních determinantů, co se týče jeho schopnosti zrychlení. U nízkých až středních rychlostí platí z Druhého Newtonova zákona vztah:

$$\ddot{x} = \frac{g}{\vartheta G} \cdot (F_K - O_f - O_s - O_v) \quad (8)$$

Zrychlení, jehož může vůz v danou chvíli dosáhnout, závisí na okamžité rychlosti, kterou se vůz pohybuje. Zrychlení je tedy funkcí rychlosti. Proto se údaje o zrychlení uvádí jako čas, který vozidlo potřebuje ke zrychlení z rychlosti počáteční na rychlost výslednou.

Omezení zrychlení kvůli špatné trakci pneumatik závisí na třecím koeficientu mezi pneumatikou a povrchem, na němž vozidlo zrychluje. V případě, kdy je výkon motoru dostatečný a zrychlení vozidla je omezeno přilnavostí pneumatik, musí síla hnací překonat sílu třecí.

Zatížení náprav závisí především na statickém zatížení. Také ovšem závisí dynamickém působení tíhy vozidla souvisejícím se stoupáním nebo zrychlením. Druhý Newtonův zákon pro rotaci nápravy kolem středového bodu dává rovnici, kde je v relaci síla akce, tedy točivá síla na hnané nápravě způsobená od hnací hřídele diferenciálu, se silou reakce, tedy točivá síla od odpružení automobilu působící proti ní.

Radiální reakci přední nápravy lze vypočítat takto:

$$Z_p = G \cdot \left(\frac{l_z}{l} \cos \alpha - \frac{h}{l} \sin \alpha \right) - A_p - G \cdot \left[\frac{h}{l} + (\vartheta - 1) \cdot \frac{r_d}{l} \right] \cdot \frac{\ddot{x}}{g} + O_f \cdot \frac{r_d}{l} \quad (9)$$

Z_p ... radiální síla přední nápravy

h ... výška těžiště

l_z ... vzdálenost zadní nápravy od T

A_p ... vztlak. síla na přední nápravě

l ... rozvor

h_K ... výška těžiště

a platí, že radiální reakci zadní nápravy dostaneme z této rovnice:

$$Z_p + Z_z = G \cdot \cos \alpha - A \quad (10)$$

Z_z ... radiální reakce zadní nápravy

A ... působící vztlaková síla

Obecně se předpokládá, že je valivý moment vyvolaný stlačením odpružení úměrný úhlu náklonu podvozku. [2]

1.1.3 BRZDNÁ CHARAKTERISTIKA

Brzdění je účelné snižování rychlosti nebo zamezení rozjezdu vozidla a je charakterizováno např. délkou brzdné dráhy a velikostí brzdných sil na nápravách. Brzděním vznikají na kolech působením třecích brzd brzdné momenty.

Celková brzdná dráha je

$$s_c = v_0 \cdot \left(t_r + t_p + \frac{t_n}{2} \right) + \frac{v_0^2}{2\ddot{x}_u} \quad (11)$$

s_c ... celková brzdná dráha

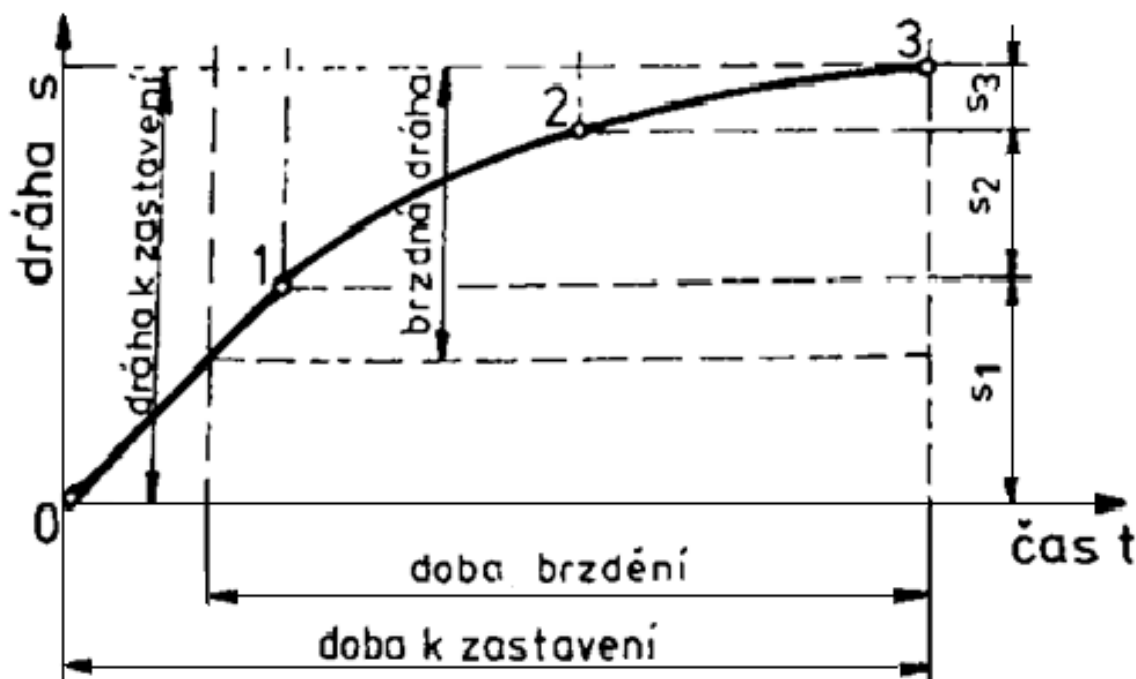
t_p ... doba prodlevy brzdění

v_0 ... výchozí rychlost

t_n ... náběh brzdění

t_r ... reakční doba

\ddot{x}_u ... plné brzdné zpoždění



Obrázek 3 – Průběh brzdění – dráha [2]

Na obrázku 3 je graficky zobrazena doba potřebná k zastavení vozidla, která se skládá z doby reakční, doby prodlevy a náběhu brzdění z doby brzdění. Maximální přípustná brzdňá dráha vozidla je ošetřena mezinárodním i českým předpisem. Například osobní automobil by dle předpisů měl zastavit po ujetí maximální brzdňé dráhy definované následující rovnicí.

$$s = 0,1v_0 + \frac{v_0^2}{150} \quad (12)$$

Pro síly působící na vozidlo při brzdění platí, že se součet sil na přední nápravě a sil působících na zadní nápravě se rovná působení setrvačné síly v těžišti:

$$B_P + B_Z = G \cdot z \quad (13)$$

a pro brzdňé síly na nápravách platí:

$$B_P = \frac{M_{BP}}{r_d} \quad (14)$$

$$B_P = \frac{M_{BZ}}{r_d} \quad (15)$$

Při zanedbání vztlačku, valivého a vzdušného odporu, a setrvačnosti kol, získáme radiální síly na nápravách – Z_P na nápravě přední a Z_Z na nápravě zadní – při brzdění ve tvaru:

$$Z_P = G \cdot \left(\frac{l_Z}{l} + z \frac{h}{l} \right) \quad (16)$$

$$Z_Z = G \cdot \left(\frac{l_P}{l} - z \frac{h}{l} \right) \quad (17)$$

Brzdné síly omezuje přilnavost pneumatik na vozovce. Maximální brzdné síly jsou:

$$B_{Pmax} = \mu_V Z_P \quad (18)$$

$$B_{Zmax} = \mu_V Z_Z \quad (19)$$

μ_V ... součinitel přilnavosti v podélném směru valení pneumatiky

V případě, že na vozidlo krom síly radiální působí boční síla, geometrický součet těchto sil nesmí překročit součin součinitele přilnavosti a radiální síly. Stabilita vozu při brzdění souvisí s tím, zda k blokování kol dojde na přední nebo zadní nápravě, tedy s rozdělením brzdné síly. Při zablokování přední nápravy dochází k pohybu vozidla v přibližně stejném směru, při zablokování zadní nápravy dochází k natáčení vozu kolem osy z' doleva, což je nestabilní děj. Toto platí při jízdě rovně, při průjezdu vozidla zatáčkou jsou nebezpečné oba jevy, ale na rozdíl od pohybu rovně je preferované zablokování zadní nápravy, aby zůstala přední náprava říditelná. Protiblokovací systém ABS u všech kol reguluje skluz ve směru pohybu, zavčas dojde k rozeznání blokování kol a následnému snížení tlaku v brzdové soustavě. [2]

1.1.4 ODPRUŽENÍ

Kmitání ve směru svislém se nazývá nadnášení, ve směru podélném houpání a ve směru příčném kolébání. Kmitání vozu způsobuje jak zvýšené namáhání a opotřebení vozovky, tak zvýšené namáhání součástí vozidla a snižování jeho životnosti. V případě stejně velkých nerovností vozovky ve stejném směru osy z' dochází k nadnášení nápravy, v případě opačné orientace se jedná o příčné kmitání nápravy. Tyto dva jevy se v obecném případě kombinují. Vlastní netlumená frekvence a útlum nadnášení tuhé nápravy je určena

$$\omega_{0z} = \sqrt{\frac{c_1 + c_2}{m_1}} \quad (20)$$

$$D_z = \frac{k_2}{2 \cdot \sqrt{(c_{1y} + c_2)m_1}} \quad (21)$$

ω_{0z} ... vlastní netlumená frekvence

D_z ... poměrný útlum pro nadnášení

m_1 ... hmotnost nápravy

c_1 ... tuhost pružin odpružení

c_2 ... tuhost odpružení pneumatik

k_2 ... konstanta tlumení

a vlastní netlumená frekvence a útlum třepetání tuhé nápravy je určena

$$\omega_{0\psi} = \sqrt{\frac{c_{1\psi} + c_{2\psi}}{J_{\chi 1}}} \quad (22)$$

$$D_{\psi} = \frac{k_{2\psi}}{2 \cdot \sqrt{(c_{1\psi} + c_{2\psi})J_{\chi 1}}} \quad (23)$$

$\omega_{0\psi} \dots$ vlastní netlumená frekvence

$c_{1\psi} \dots$ tuhost pružin odpružení

$D_{\psi} \dots$ poměrný útlum pro třepetání

$c_{2\psi} \dots$ tuhost odpružení pneumatik

$J_{\chi 1} \dots$ moment setrvačnosti nápravy

$k_{2\psi} \dots$ konstanta tlumení

Také může v extrémních případech dojít ke ztrátě přenosového kontaktu kola s vozovkou. Dynamická síla v kontaktu pneumatiky a vozovky je měřítkem jízdní bezpečnosti. Hmotnosti neodpružených částí náprav a hmotnost vazby soustavy se dají vyjádřit takto:

$$m_{2p} = m_2 \cdot \frac{i_y^2}{l_p l} \quad (24)$$

$$m_{2z} = m_2 \cdot \frac{i_y^2}{l_z l} \quad (25)$$

$$m_v = m_2 \cdot \left(1 - \frac{i_y^2}{l_p l_z}\right) \quad (26)$$

$m_{2p} \dots$ hmotnost neodpružených částí připadající na přední nápravu

$m_{2z} \dots$ hmotnost neodpružených částí připadající na zadní nápravu

$m_v \dots$ hmotnost vazby soustavy

$i_y \dots$ poloměr setrvačnosti

Z hlediska komfortu cestujících je důležité kmitání ve svislé ose, ale z hlediska bezpečnosti jízdy a namáhání vozovky i komponentů vozidla je důležitější dynamická síla v místě kontaktu pneumatiky s povrchem vozovky. Kvůli proměnnosti dynamické síly v závislosti na čase je používána místo F_{dyn} její směrodatná odchylka. [2]

1.1.5 JÍZDA

U jízdy motorovými vozidly existuje nebezpečí zdravotních poškození či zhoršení funkcí organismu. Toto poškození ve většině případů vzniká, když dojde k rezonanci vnějšího kmitání vozidla a vnitřního vlastního kmitání orgánu. Ve svislém směru je největší nebezpečí rezonance ve frekvenční oblasti 4-6 Hz a ve vodorovném směru jde o frekvence 1-3 Hz. Míra dopadu kmitání na lidský organismus je většinou hodnocena podle efektivní hodnoty zrychlení, kterou pro harmonické kmitání definuje vztah:

$$a_{ef} = \frac{a_{max}}{\sqrt{2}} \quad (27)$$

a_{max} ... amplituda zrychlení

Spolu s efektivní hodnotou zrychlení hraje velkou roli frekvence kmitání vozidla a doba, po kterou je organismus kmitání vystaven.

1.1.6 OVLADATELNOST

Existuje řiditelnost statická, jež je popisuje odezvy vozu na natáčení volantu po kruhové dráze, a řiditelnost dynamická, jež popisuje závislost mezi řízením – buzením volantu – a pohybovými odezvami vozu.

Při pohybu vozidla po zakřivené dráze dochází ke vzniku dostředivého zrychlení, které je vyjádřeno následující rovnicí:

$$a_d = v \cdot (\dot{\alpha} + \dot{\varepsilon}) \quad (28)$$

a_d ... dostředivé zrychlení $\dot{\alpha}$... první der. směrové úchylky T

v ... okamžitá rychlost pohybu $\dot{\varepsilon}$... první der. úhlu stáčení vozu

U odvalující se pneumatiky, na kterou působí boční síla, dochází k vychýlení osy stopy od osy kola a tím pádem ke vzniku bočních vodících sil. Výslednice těchto sil je posunuta směrem dozadu vůči směru pohybu o vzdálenost zvanou rameno boční vodící síly. Moment, který tímto vzniká vůči příčné ose kola se nazývá vratný moment pneumatiky a způsobuje natáčení kola kolem jeho svislé osy do skutečného směru valení.

$$M_{Sk} = S_K n_S \quad (29)$$

M_{Sk} ... vratný moment pneumatiky n_S ... rameno boční vodící síly

S_K ... výslednice bočních vodících sil

Statický zisk stáčivé rychlosti je vypočítán ze vzorce

$$\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\beta_v^*}\right)_{stat} = \frac{C'_{ap}C_{az}l}{C'_{ap}C_{az}l^2 + m(C_{az}l_z - C'_{ap}l_p)v^2}v = \frac{v}{l + Kv^2} \quad (30)$$

$$\left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\beta_v^*}\right)_{stat} \dots \text{statický zisk st. rychlosti} \quad C_{az} \dots \text{směrová tuhost z. nápravy}$$

$$C'_{ap} \dots \text{směrová tuhost p. nápravy} \quad K \dots \text{faktor stability}$$

a z této rovnice plyne, že $K = m \frac{C_{az}l_z - C'_{ap}l_p}{C'_{ap}C_{az}l}$. Je-li faktor stability nula, nazýváme vozidlo neutrálním, je-li K kladný, jedná se o vozidlo přetáčivé, a je-li K záporný, je vozidlo nedotáčivé.

Pro to, aby vozidlo jelo danou kruhovou trajektorií je třeba určitého úhlu natočení volantu.

Pro neutrální vozidla je úhel natočení volantu

$$\beta_{v_{stat}} = \beta_{v_0} \quad (31)$$

pro přetáčivá vozidla

$$\beta_{v_{stat}} = \beta_{v_0} \left[1 - \left(\frac{v}{v_{kr}} \right)^2 \right] \quad (32)$$

a pro nedotáčivá vozidla

$$\beta_{v_{stat}} = \beta_{v_0} \left[1 + \left(\frac{v}{v_{ch}} \right)^2 \right] \quad (33)$$

$\beta_{v_{stat}} \dots$ úhel natočení volantu

$\beta_{v_0} \dots$ úhel směřování vozidla

$v_{kr} \dots$ rychlost kritická

$v_{ch} \dots$ rychlost charakteristická

přičemž kritická rychlost – $v_{kr}^2 = \frac{1}{-K}$ – je rychlost, při níž přetáčivý vůz pojedí po dané kruhové trajektorii bez buzení volantem, a charakteristická rychlost pro nedotáčivá vozidla je $v_{ch}^2 = \frac{1}{K}$. Pokud se nedotáčivé vozidlo pohybuje charakteristickou rychlostí, je k pohybu pod určitým úhlem od podélné osy vozu třeba buzení volantem takové, že bude úhel otočení volantu dvakrát větší než úhel směřování vozu. Překročí-li přetáčivý vůz kritickou rychlost, je potřeba protížení (countersteering).

Ze statického zisku stáčivé rychlosti je odvozen statický zisk bočního zrychlení:

$$\left(\frac{\ddot{y}}{\beta_v^*}\right)_{stat} = v \left(\frac{\dot{\varepsilon}}{\beta_v^*}\right)_{stat} = \frac{v^2}{1 + \left(\frac{v}{v_{ch}}\right)^2} \quad (34)$$

$\left(\frac{\ddot{y}}{\beta_v^*}\right)_{stat}$... statický zisk bočního zrychlení

Řiditelnost dynamická se týká neustálených odezev vozidla při konstantní rychlosti.

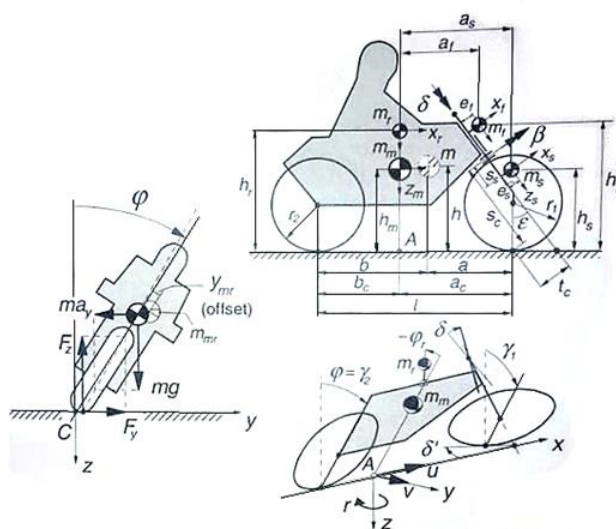
Při působení bočního větru na vozidlo dochází k vychýlení z přímé dráhy, která je korigována natáčením volantu za účelem opětovného nabytí původního směru.

1.2 VLIV HMOTNOSTI NA VLASTNOSTI AUTOMOBILŮ

Vyšší hmotnost automobilu má za důsledek zhoršování jeho setrvačných vlastností, tím pádem automobil dosahuje menšího zrychlení, hůře brzdí, má menší maximální rychlost a v závislosti na výšce těžiště může být hůře ovladatelný při průjezdu zatáček. Vyšší hmotnost vozidla má též za následek větší namáhání odpružení a výraznější vibrace, což může snižovat jízdní komfort a životnost součástí automobilu.

1.3 DYNAMIKA A VLIV HMOTNOSTI NA VLASTNOSTI MOTOCYKLŮ

Dynamika jednostopých vozidel je složitější než dynamika vícestopých vozidel z toho důvodu, že je pro stabilitu nezbytné uvažovat náklony řidiče, je třeba počítat s více stupni volnosti než u automobilu a pro přesnější výpočty je třeba vzít v potaz i torzi předního rámu motocyklu. Při řízení automobilu je jeho trajektorie korigována buzením volantu, ale při řízení motocyklu dochází ke korekci trajektorie pomocí změny řídicího úhlu, řídicího momentu a úhlu náklonu torza řidiče.



Obrázek 4 – Konfigurace modelu motocyklu [3]

U motocyklu dochází při zrychlování moment kolem vertikální osy z , což zapříčiňuje nárůst sil na zadní a pokles na přední pneumatice, obdobně při brzdění dochází k nárůstu sil působících na kolo přední a poklesu sil působících na kolo zadní. Tento nárůst a pokles je téměř úměrný normálovému zatížení. Toto u automobilů a dalších vícestopých vozidel nenastává.

Na stabilitu motocyklu mají vliv věci jako chování řidiče, odpor vzduchu, torzní tuhost rámu, vlastnosti pneumatik, rozvor kol, hmotnost a její rozložení (tedy poloha těžiště) a konstrukce motocyklu. Na ovladatelnost mají velký vliv momenty kol, zrychlování a brzdění mají vliv na úhel řízení.

Při zvyšování hmotnosti motocyklu dochází ke zhoršování jeho jízdního komfortu v souvislosti s větším namáháním odpružení, setrvačných vlastností, dosahuje menšího zrychlení, brzdění, má menší maximální rychlost a v závislosti na výšce těžiště může být podstatně hůře ovladatelný jak při jízdě v přímém směru, tak především při průjezdu zatáček. [3]

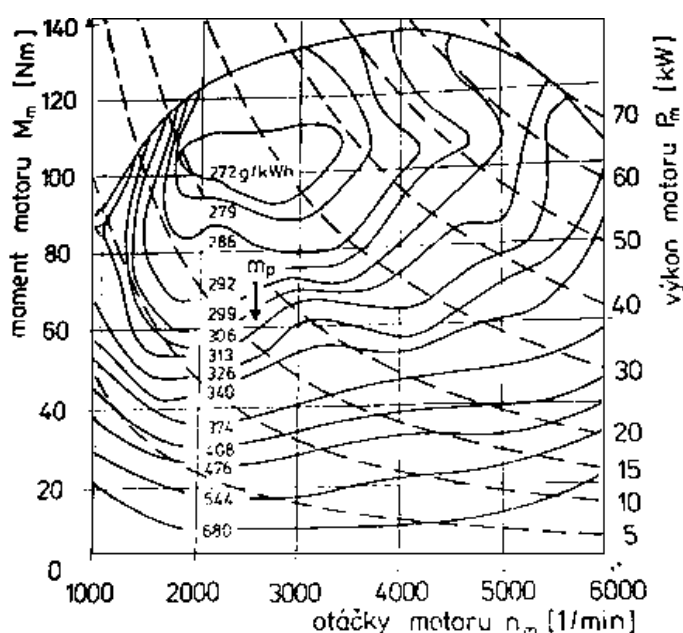
1.4 SPOTŘEBA

Spotřeba paliva je jeden z nejdůležitějších parametrů, je kladen velký důraz na její snižování, ať již z důvodu omezené zásoby fosilních paliv, či protože je ve společnosti tlak na snižování emisí. Spotřeba bývá nejčastěji udávána v litrech paliva, jež vozidlo spotřebuje na ujetí sto kilometrů. Na obrázku vlastností motoru níže je zobrazena závislost točivého momentu motoru na otáčkách motoru, která je zobrazena přerušovanými křivkami konstantního výkonu, a křivky

zobrazující konstantní měrnou spotřebu m_p , která je definována $m_p \left[\frac{kg}{kWh} \right] = \frac{M_p \left[\frac{kg}{h} \right]}{P_m [kW]}$, kde

M_p je hodinová spotřeba paliva a P_m je výkon motoru (hmotnost vozidla figuruje v rovnici pro výpočet potřebného výkonu motoru pro dosažení požadované maximální rychlosti vozidla, jak je ukázáno v rovnici 7). Z hodinové spotřeby se spotřeba litrů na 100 km vypočítá takto: [2]

$$M_p \left[\frac{kg}{km} \right] = \frac{M_p \left[\frac{kg}{h} \right]}{P_m [kW]} \rightarrow M_p \left[\frac{kg}{km} \right] = \frac{M_p \left[\frac{kg}{h} \right]}{P_m [kW]} \rightarrow M_p \left[\frac{l}{100km} \right] = \frac{10^3 \cdot M_p \left[\frac{kg}{h} \right]}{v \left[\frac{km}{h} \right] \rho_P \left[\frac{kg}{m^3} \right]}$$



Obrázek 5 – Úplná rychlostní charakteristika motoru [2]

2 HISTORICKÝ VÝVOJ

Při mapování historického vývoje hmotnosti vozidel, bylo jak u automobilů, tak u motocyklů postupováno tak, že byl vybrán typický zástupce třídy a byl sledován vývoj jeho hmotnosti. Vždy byla snaha o mapování jedné modelové řady, pokud daná řada nepokračovala, nebo byla mezi výrobou časová proluka, bylo použito více modelů. Přídavné modely byly vybrány tak, aby se opět jednalo o typické zástupce tříd co nejpodobnější modelu původnímu.

2.1 VÝVOJ HMOTNOSTI AUTOMOBILŮ

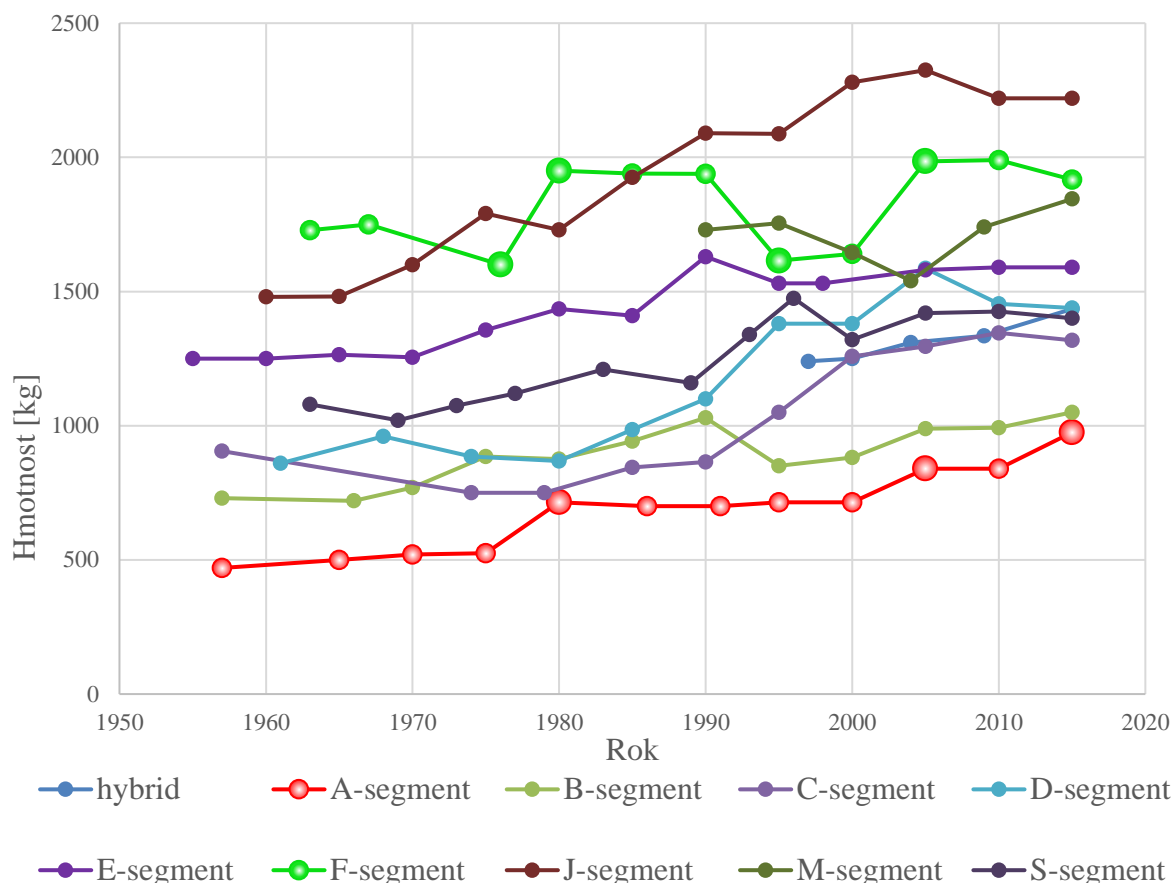
Dělení automobilů na třídy není univerzální a jednotné. Pro zpracování historického vývoje bylo vybráno dělení definované Evropskou komisí, takto rozdělené třídy jsou v tabulce 1, včetně zástupců typických pro každou třídu.

Vývoj jednotlivých tříd byl mapován tak, že byl vybrán typický zástupce třídy, u nějž bylo do grafu vyznačeno, jaká byla jeho hmotnost po určitých časových úsecích. Časové úseky byly buď pět let, nebo období do nástupu nové generace tohoto modelu. V případě, že se model přestal vyrábět, jako se stalo například u Fiatu 500, nebo byla jeho další generace klasifikována jako vůz jiné třídy, jak se stalo například u vozu Toyota Corolla, byl k pokračování mapování vybrán jiný typický zástupce třídy.

Tabulka 2 – Třídy automobilů podle dělení definovaného Evropskou komisí [4],[5]

Třída	Název třídy	Zástupci třídy
A	Miniautomobily	Fiat 500, Fiat Panda, FSM 126p, Škoda Citigo, ...
B	Malé automobily	VW Polo, VW Typ 1, Toyota Corolla (1.-6. gen.)...
C	Nižší střední třída	Opel Rekord, VW Golf, Toyota Corolla (7. gen.-)...
D	Střední třída	VW Passat, BMW řada 3, Mercedes C-Class, ...
E	Vyšší střední třída	Mercedes E-Class, BMW řada 5, Audi A6, ...
F	Luxusní automobily	Audi A8, BMW řada 7, Mercedes S-Class, ...
J	SUV	BMW X-5, Land Rover Discovery, VW Touareg...
M	MPV	Renault Espace, Toyota Previa, Kia Carens, ...
S	Sportovní automobily	Nissan GT-R, Alfa Romeo 4C, Lotus Elise, ...

Vývoj u jednotlivých tříd probíhal sběrem dat, z důvodu špatně dohledatelných ověřených zdrojů pochází data z internetových zdrojů jako je <http://www.automobile-catalog.com/>, <https://www.auto123.com/en/> a <https://www.carsguide.com.au>, a když bylo zdrojů více, byly údaje zkontrolovány a vzaty z více zdrojů. U automobilů A-segmentu a F-segmentu byly od roku 2000 do roku 2018 zjištěny u typických zástupců i deklarované kombinované spotřeby paliva, z nichž byl poté vytvořen graf ilustrující trend poklesu průměrné spotřeby u těchto automobilů. Specifikace týkající se spotřeby byly brány ze stejných stránek jako specifikace hmotnostní. Zaznamenávaným hmotnostním údajem je hmotnost pohotovostní, tedy hmotnost vozidla včetně pohonných a provozních hmot (palivo, olej atp. ...).



Obrázek 6 – Graf vývoje hmotnosti automobilů všech tříd podle Evropské komise – tabulka PI

Z grafu lze vyčíst, že u vozidel všech tříd je podobný trend, a to trend nárůstu hmotnosti. V posledních letech se trend nárůstu zmírňuje, protože u základních modelů již nedochází k přidávání nových výrazně hmotných prvků výbavy, jako jsou bezpečnostní pásy, airbagy, klimatizace, ABS, palubní počítač, navigace, rádio, bezpečnostní sklo, měkčené povrchy a hrany panelů palubní desky atp., které přibývaly do vozů luxusní třídy a postupně se dostávaly do automobilů nižších tříd. Některé z výše zmiňovaných bezpečnostních prvků byly zavedeny u nových vozů jako povinné, například bezpečnostní pásy (u nás od roku 1967) nebo asistent brzdění (ESP povinné od roku 2011). V grafu je vidět, že v roce 2015 byl trend nárůstu hmotnosti především u vozů nejnižších tříd a vozů typu MPV.

Do grafu byla také přidána křivka, která zobrazuje vývoj hmotnosti vozu Toyota Prius – typického zástupce vozu s hybridním pohonem. Prius byl do roku 2003 zařazován mezi malé automobily, druhá generace je řazena do nižší střední třídy, a když srovnáme hmotnost Volkswagenu Polo kolem roku 1997 s hmotností první generace Toyoty Prius, uvidíme, že Prius byl v roce svého vzniku o 390 kg těžší než jeho alternativa se spalovacím motorem. Mezi křivkami automobilů se spalovacími motory a křivkou hybridní Toyoty je vidět rozdíl v rychlosti růstu, v roce 2015 již byl rozdíl mezi hmotností VW Golf a Toyotou Prius pouze 117 kg.

Vzhledem k tomu, že se trendy z luxusních automobilů často postupně dostávají do automobilů nižších tříd, ráda bych se trochu podrobněji zaměřila na vývoj hmotnosti u třídy F a u třídy A, tedy dvou konců spektra.

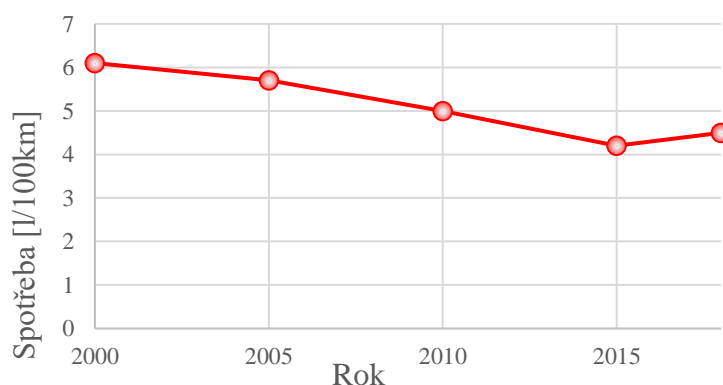
2.1.1 PODROBNĚJŠÍ POHLED NA VÝVOJ U VOZIDEL A-SEGMENTU

Následující tabulka obsahuje výpis hmotností zástupců segmentu miniautomobilů, za zástupce byly vybrány Fiat 500, od první generace do doby, než se přestal vyrábět, a Fiat Panda od roku 1980 dodnes.

Tabulka 3 – Vývoj hmotnosti u miniautomobilů

Rok	1957	1965	1970	1975	1980	1986
Model	500	500	500	500	Panda	Panda
Hmotnost [kg]	470	500	520	525	715	700
Zdroj	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]
Rok	1991	1995	2000	2005	2010	2015
Model	Panda	Panda	Panda	Panda	Panda	Panda
Hmotnost [kg]	700	715	715	840	840	975
Zdroj	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]

U třídy miniautomobilů jsou viditelné tři výraznější skoky v nárůstu hmotnosti, první při změně zkoumaného zástupce třídy z Fiatu 500, který si v předešlých letech zachovával trend mírného nárůstu hmotnosti, na nový model Fiat Panda. Zde je skokový nárůst o 190 kg pochopitelný, neb se jedná o jiný model, který byl v první generaci o 440 mm delší, měl o 176 kubických cm větší motor a byl o 175 mm širší než jeho „předchůdce“. Fiat Panda si držel celkem konstantní hmotnost až do zlomu, který přišel po roce 2000, přesněji v roce 2003, kdy na trh přišla tzv. nová Panda. Nová Panda byla o 125 kg těžší než první generace, měla v základním vybavení o 209 kubických centimetrů větší motor, byla o 130 mm delší a o 95 mm širší. Nová generace, která je vyráběna od roku 2012, oproti druhé generaci nabyла na hmotnosti 135 kg, na délce 115 mm, na šířce 65 mm, objem motoru byl zmenšen o 233 cm³ a bylo přidáno turbodmychadlo.



Obrázek 7 – Graf vývoje deklarované spotřeby paliva u Fiatu Panda od r. 2000 – tabulka PII

Jak je vidět v grafu vývoje spotřeby u Fiatu Panda, díky neustálému zefektivňování motorů i přes neustálý nárůst hmotnosti nedochází k nárůstu spotřeby. Deklarovaná spotřeba výrazně závisí od vybrané motorizace. U některých motorizací spotřeba mírně narůstá, neb motor není na danou hmotnost automobilu dostatečně efektivní.

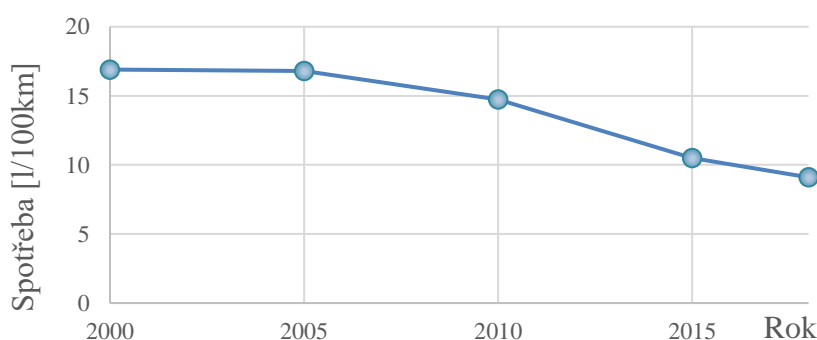
2.1.2 PODROBNĚJŠÍ POHLED NA VÝVOJ U VOZIDEL F-SEGMENTU

U třídy luxusních automobilů byl zkoumán vývoj hmotnosti u modelu Maserati Quattroporte, a to od jeho uvedení na trh v roce 1963 dodnes. Model Quattroporte byl vybrán za typického zástupce třídy i díky tomu, že je, coby vlajková loď značky Maserati, jednou z nejdéle vyráběných modelových linií. V následující tabulce je výpis hmotností od první generace dodnes.

Tabulka 4 – Vývoj hmotností třídy luxusních vozidel

Rok	1963	1967	1976	1980	1985	1990
Model	Quattroporte	Quattroporte	Quattroporte	Quattroporte	Quattroporte	Quattroporte
Hmotnost [kg]	1728	1750	1600	1950	1940	1938
Zdroj	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]
Rok	1995	2000	2005	2010	2015	
Model	Quattroporte	Quattroporte	Quattroporte	Quattroporte	Quattroporte	
Hmotnost [kg]	1615	1640	1985	1990	1917	
Zdroj	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	

Prvním výrazným zlomem ve vývoji hmotnosti u Maserati Quattroporte nastal v roce 1974, kdy na trh přišla nová generace. Základní model druhé generace byl o 150 kg lehčí než u generace první, a to díky tomu, že osmiválcový motor o objemu 4136 cm³ byl nahrazen motorem šestiválcovým o objemu 2965 cm³ a přechodu z pohonu zadních kol na pohon předních kol. Přestože se celkové rozměry vozidla zvětšily, díky již zmíněným změnám a zlehčení karoserie nedošlo k nárůstu hmotnosti. S nástupem třetí generace opět došlo k výrazné změně hmotnosti, tentokrát k nárůstu o 350 kg (od roku 1975 do roku 1980, modely se základní výbavou). To bylo způsobeno jak návratem k motoru V8 a pohonu zadních kol, tak přibýváním výbavy vozu, i když došlo k mírnému zmenšení vnějších rozměrů. Podobný cyklus změn se odehrál i při příchodu čtvrté generace, která byla některými zdroji řazena do vyšší střední třídy. Quattroporte dostalo do základu opět šestiválcový motor (ke kterému byla přidána dvě turbodmychadla a šestistupňová manuální převodovka – předchozí generace měly pětistupňový manuál) a došlo ke zmenšení jeho délky, šířky i výšky. Čtvrtá generace měla v roce 1995 pohotovostní hmotnost o 323 kg menší, než generace třetí v roce 1990. Pátá generace, která přišla na trh v době, kdy bylo Maserati již spojené s Ferrari, přinesla v základu motor V8 s atmosférickým sáním a výrazné zvýšení vnějších rozměrů. Tyto změny s sebou přinesly opětovný nárůst hmotnosti, a to o 345 kg. Šestá generace přinesla snížení hmotnosti. Spotřeba od roku 2000 klesá, jak ukazuje obrázek 8, díky efektivnějším motorům a většímu dosahovanému kompresnímu poměru. U šesté generace je deklarovaná kombinovaná spotřeba 9,1 l/100 km.



Obrázek 8 – Graf vývoje deklarované spotřeby u Maserati Quattroporte od r. 2000 – tab. PIII

2.2 VÝVOJ HMOTNOSTI MOTOCYKLŮ

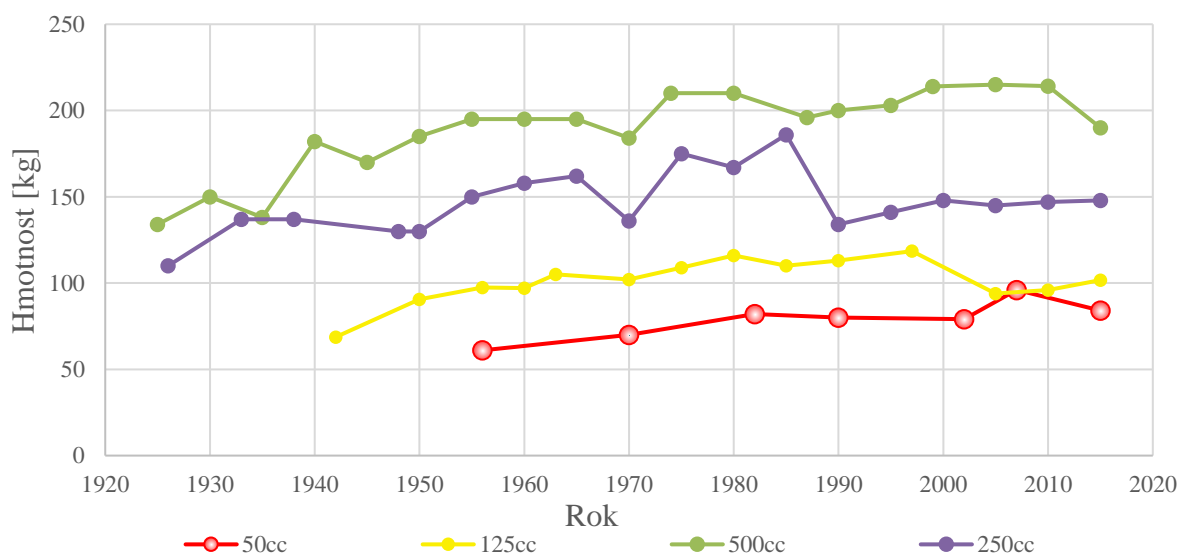
Motocykly se dělí několika způsoby. Jeden způsob dělení je například podle posedu, který na motocyklu zaujímá řidič, takto se motocykly dělí na sportovní, klasické a cruisery. Další dělení je podle specializace a použití motocyklu, např. sportovní, enduro, motocross, cruiser, a všestranné motocykly. Pro zpracování historického vývoje bylo vybráno dělení do čtyř skupin podle řidičských oprávnění v České Republice. V tabulce nejsou zmíněna tříkolá a čtyřkolá vozidla, k jejichž řízení tyto průkazy opravňují, neb to pro tuto práci není stěžejní. Takto rozdělené třídy jsou v tabulce 1, včetně typického zástupce pro každou třídu.

Vývoj jednotlivých tříd byl mapován tak, že byl vybrán typický zástupce třídy, jehož pohotovostní, tedy „mokrý“, hmotnost byla vyznačena do grafu. Časové intervaly byly buď pět let, nebo období co nejpodobnější délky, než na trh přišel nový model s podobným objemem motoru a podobného typu. Upřednostňované velikosti motorů byly 49/50cc pro třídu řidičského oprávnění AM, 100/125cc pro skupinu A1, 249/250cc pro skupinu A2 a 482–500 pro skupinu řidičského oprávnění A.

Tabulka 5 – Třídy motocyklů [29]

Řidičské oprávnění	Objem motoru	Výkon	Typický zástupce
AM	$\leq 50\text{cc}$	$\leq 4\text{kW}$	Honda Ape 50
A1	$\leq 125\text{cc}$	$\leq 11\text{kW}$	Honda CG 125
A2	-	$\leq 15\text{kW}$	NSU 251 OSL
A	-	$\geq 15\text{kW}$	BMW R51 2

U motocyklů nebyla možnost sledovat vývoj jednoho modelu, takže v podstatě téměř každý bod v následujícím grafu reprezentuje jiný model. Proto je zde menší návaznost a viditelnost celkového trendu než u grafu předchozího. Je zde vidět trend pozvolného nárůstu, který v poslední době mizí.



Obrázek 9 – Graf vývoje hmotnosti motocyklů tříd dle řidičských oprávnění v ČR – tabulka PIV-VI

2.2.1 PODROBNĚJŠÍ POHLED NA VÝVOJ MOTOCYKLŮ O OBJEMU DO 50 CM³

Do roku 1956 byla výroba motocyklů s takto malým motorem neobvyklá a k motocyklům, které se s tímto motorem vyráběly, nejsou dohledatelná data o hmotnosti. Za prvního zástupce byl zvolen Hummel firmy DKW, který je řazen mezi sportovní motocykly. Byť se motocyklů s takto malými motory vyrobilo velké množství, většina z nich byla Honda Cub C50, která se postupem času příliš nevyvíjela. Proto byl pro téměř každý časový uzel vybrán jiný model, neb u podobných modelů se stejným objemem je lépe vidět postupný vývoj hmotnosti. Z předešlého grafu a následující tabulky je vidět, že u této třídy došlo pouze k jedné významnější změně, a to v roce 2007, kdy vybraný zástupce – Gilera DNA 50 – byl o 17 kg těžší než zástupce v roce 2002, ale to lze přičíst tomu, že nejde o různé roky výroby jednoho modelu motocyklu, ale o různé modely, které se sice neliší objemem motoru, ale liší se svým specifickým zaměřením.

Tabulka 6 – Vývoj hmotností motocyklů s objemem motoru do 50cc

Rok	1956	1970	1982	1990	2002	2007	2015
Model	DKW Hummel	Balkan MK50 2JU25	Yamaha DT 50 MX	Babetta 210	Honda Ape 50	Gilera DNA 50	Honda Ape 50
Hmotnost [kg]	61	70	82	80	79	96	84
Zdroj	[30]	[31]	[32]	[33]	[34]	[35]	[36]

U motocyklů nedochází k tak výraznému nárůstu díky tomu, že u nich není taková možnost zvyšování výbavy a díky tomu, že u motocyklů hmotnost výrazně ovlivňuje jejich dynamické vlastnosti. U motocyklů je také složitější zvyšování jak pasivní, tak aktivní bezpečnosti, bezpečnostní prvky jako helmy a páteřové pásy, u nichž dochází k vývoji, nejsou součástí vozidla.

3 PROGNÓZA VÝVOJE

K vyslovení prognózy budoucího vývoje je třeba zmapování technologií aktuálně používaných u vyšších tříd osobních automobilů a motocyklů, neboť i v minulosti vyšší třídy působily jako jakýsi předvoj, z nějž se postupně nové prvky výbavy a technologie výroby dostávaly do vozidel nižších tříd. Stejně tak závodní speciály a materiály z leteckého průmyslu ovlivňují právě vývoj luxusních a sportovních vozů.

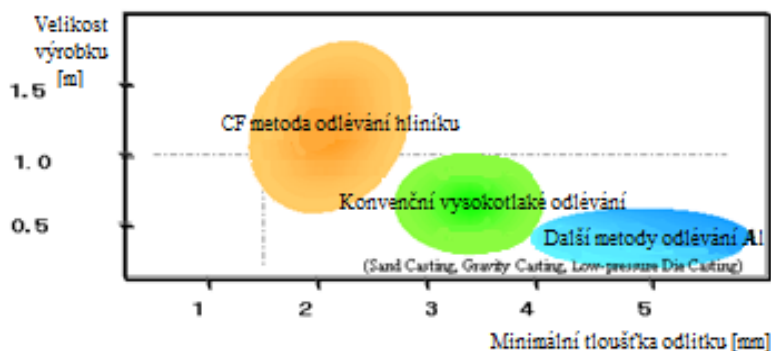
Již od první ropné krize v roce 1973 existuje snaha o snížení spotřeby fosilních paliv. Tato snaha se projevuje více způsoby, například snahou o nahrazení vozidel s klasickými spalovacími motory vozidly s alternativními pohony. Dalším ze způsobů snižování spotřeby je snížení hmotnosti vozidel, změnou parametrů pohonných jednotek, nebo například snižováním koeficientu odporu karoserií. Přestože roste tlak na snižování emisí a spotřeby ze strany nadnárodních institucí, roste také tlak na zvyšování bezpečnosti a výbavy ze strany spotřebitelů. Tento tlak na druhou stranu způsobuje zvětšování hmotnosti vyráběných vozidel.

3.1 DNEŠNÍ OVLIVŇOVÁNÍ HMOTNOSTI VOZIDEL

Dochází k odlehčování karoserií, motorů i prvků výbavy. K odlehčení může dojít úpravou designu nebo například účelnou volbou materiálu a konstrukce. Se změnou používaných materiálů se mění také používané výrobní technologie. V dnešní době se začínají pro výrobu komponentů do vozidel využívat plasty a kompozity, u nichž je ovšem problém složitá výroba, recyklovatelnost a likvidace. Sice tedy použitím těchto materiálů snížíme spotřebu fosilních paliv díky snížení hmotnosti vozidla, ale hromadnou výrobou z těžko zpracovatelných materiálů je vytvářena další zátěž pro životní prostředí.

3.1.1 TECHNOLOGICKÉ INOVACE

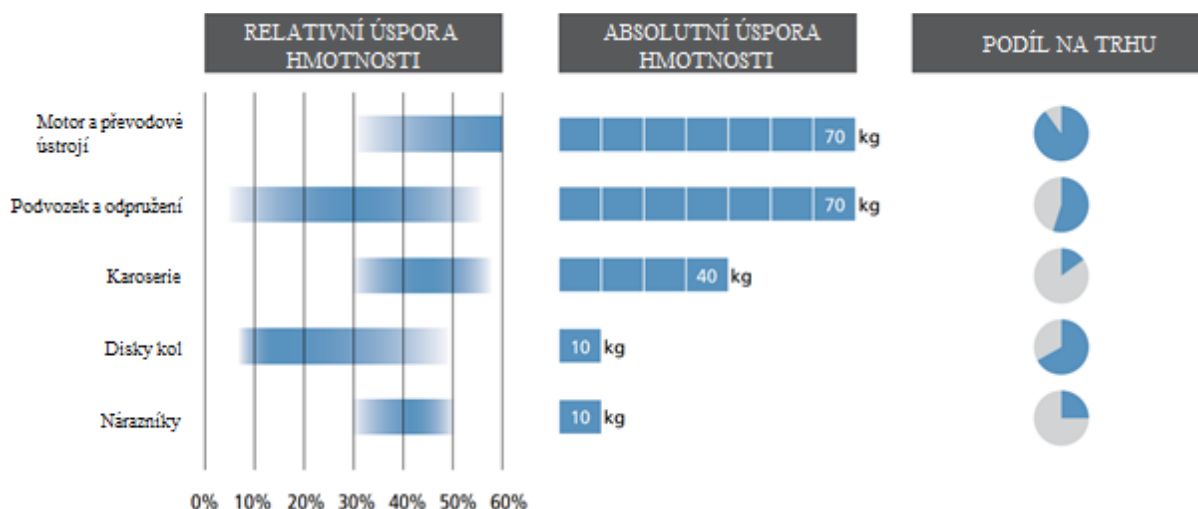
Například inženýři z Toyoty vymysleli nový způsob odlévání hliníku způsobem, kterým výrazně snížili potřebnou minimální tloušťku stěny odlitku. Nebo díky vylepšené technologii kování jsou dnes vyráběny kované písty z oceli, čímž paradoxně dochází ke snížení hmotnosti vozu. Sice je ocelový píst těžší než například píst z hliníkové litiny, ale díky lepší pevnostní charakteristice oceli může být menší, čímž pádem může dojít ke zmenšení celého motoru. Také se dnes využívá laserové technologie, tzv. Tailored Tempering, Hot stamping atp. Výpočty k optimalizaci jsou dnes již běžná praxe. Pomocí metody konečných prvků je vypočítáváno, kolik materiálu lze ušetřit při zachování srovnatelných výsledných pevnostních charakteristik výsledného automobilu atd. Na obrázku 10 je vidět srovnání tloušťek odlitků u různých metod.



Obrázek 10 – srovnání minimální tloušťky stěny odlitku metodou CF a běžnou metodou [37]

3.1.2 MATERIÁLOVÉ INOVACE

Materiálové inovace spočívají v nahrazování původních materiálů materiály novými s výhodnějšími vlastnostmi nebo s výhodným poměrem požadovaných kvalit vůči hustotě. Nejčastěji v dnešní době dochází k nahrazování ocelí hliníkem a jeho slitinami, kde a jak je v automobilech využívána tato materiálová substituce je zobrazeno na obrázku 11.



Obrázek 11 – využití hliníku v dnešních automobilech [38]

Například takto dochází k substituci měkkých ocelí za oceli s lepší pevnostní charakteristikou, za hliníkové či hořčíkové slitiny, nebo za materiály na bázi karbonu. Pokud substituování nového materiálu není možné, mohou se konstruktéři uchýlit k použití kompozitních materiálů nebo plastů. V dnešní době se častěji používají při výrobě sportovních vozů, ale do budoucna je možné, že se tento trend přenesení i do vozů nižších tříd.

3.1.3 DALŠÍ INOVACE

Dnes se do vozů vyšší třídy dostávají elektronické systémy, které například dokáží částečně – či teoreticky úplně – nahradit řidiče. Sice se takovýmto prvkem výbavy opět zvyšuje bezpečnost automobilu, ale také se výrazně zvyšuje hmotnost celku. Stejně jako u ostatních výrazných prvků bude docházet spolu s větší propracovaností systému také k postupnému ubírání hmotnosti potřebných komponent a časem k odebrání některých prvků výbavy, které díky autonomnímu řízení již nebudou potřebné. Hlavním inovátorem v oblasti autonomních vozů jsou například Google, Uber, Mercedes-Benz, Audi, nebo Tesla. Další zajímavé konstrukční inovace jsou například odlehčování neodpružené hmotnosti vozidla, například brzdových kotoučů nebo disků kol.

MMLV

Zajímavou studií snižování hmotnosti je například výsledek výzkumu firmy Magma International ve spolupráci s Ford Motor Company v podobě konceptu Multi Material Lightweight vehicle (vícemateriálový lehký vůz). Tento koncept byl navržen a vyroben tak, aby se podobal vozu modelové řady Ford Fusion (v Evropě Ford Mondeo), ale bylo u něj pomocí využití materiálových a technologických úspor dosaženo snížení hmotnosti vozidla bez pohonné jednotky o 23,3 % hmotnosti.

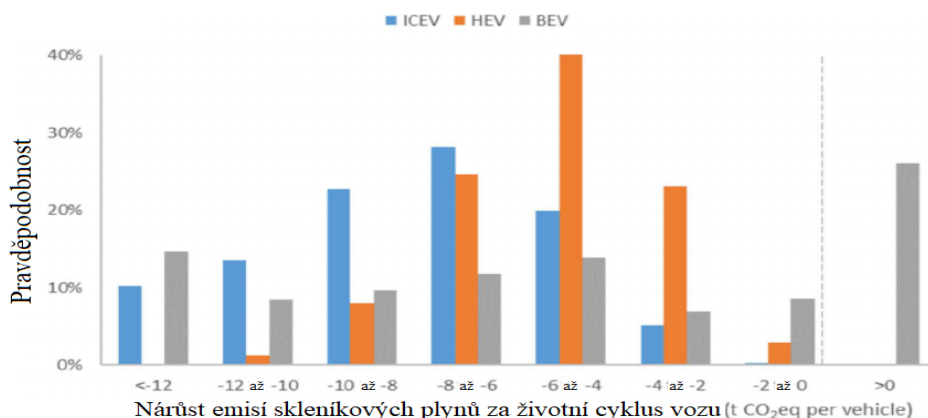
V následující tabulce můžete vidět rozdíly mezi vozy s karoserií Fordu Fusion se třemi různými typy pohonu a vozy na bázi Multi Material Lightweight Vehicle s obdobami těchto pohonů. Všechna vozidla byla simulována na přibližně stejné zrychlení z 0 na 100 km/h (cca 8,8 s) a u všech byly zkoumány stejné parametry. [39]

Tabulka 7 – vliv odlehčování na automobil Ford Mondeo s různými typy pohonu [39]

Charakteristika	Spalovací motor		Hybridní automobil		Elektromobil	
	Konvenční	Odlehčené	Konvenční	Odlehčené	Konvenční	Odlehčené
Výkon spalovacího motoru [kW]	130	107	103	86	-	-
Výkon elektromotoru [kW]	-	-	93	74	192	155
Výkon hybridních baterií [kW]	-	-	37	29	-	-
Energie baterií elektromobilu [kWh]	-	-	-	-	126	108
Spotřeba paliva [l/100 km]	8,4	7,0	6,0	5,1	3,9	3,4
Pohotovostní hmotnost [kg]	1556	1233	1661	1320	2450	1997

Tohoto odlehčení bylo dosaženo především změnou hmotnostního zastoupení oceli v karoserii z 96 % na 29 %, přičemž 64 % hmotnosti karoserie konceptu tvoří díly z hliníku a lehkých materiálů a 7 % (tedy o 3 % více než u běžného sériově vyráběného modelu) tvoří díly vytvořené pomocí technologie hot stamping. [40]

Výsledkem výzkumu, z nějž vzešla tabulka 3, je, že výroba odlehčených automobilů z lehčích materiálů může snížit objem vyprodukovaný výrobou a využíváním automobilu ať již se spalovacím (ICEV), hybridním (HEV) nebo elektrickým (BEV) pohonem, za jeho cyklus existence, ale ne za jakýchkoli podmínek. Pravděpodobnost úspory či nárůstu emisí u různých typů automobilů můžeme vidět v následujícím grafu, nárůst emisí je měřen v ekvivalentu tun CO₂ na vozidlo.



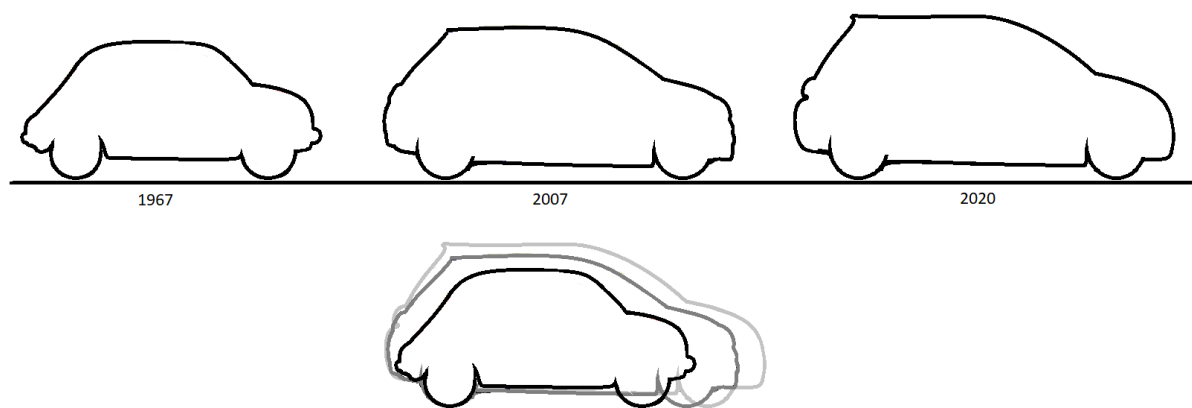
Obrázek 92 – pravděpodobnost snížení emisí po odlehčení vozu [39]

3.2 PŘEDPOKLAD BUDOUCÍHO VÝVOJE

Můj předpoklad je, že u vozů vyšších tříd (F-segment a E-segment) bude u modelů se základní výbavou docházet k poklesu hmotnosti a tento trend se bude postupem času prolínat i do nižších tříd až po segment miniautomobilů. Stagnace, která u některých segmentů nasává už nyní, se ukáže jako bod zlomu a časem se bude celková hmotnost snižovat, neboť bude díky novým technologiím docházet ke zlehčování jak základní konstrukce vozidla, tak ke zlehčování prvků přidaných, jako třeba ke zlehčování brzd díky změně jejich konstrukce a materiálu, z nichž se vyrábí, nebo k výrobě menších a výkonnějších palubních počítačů a motorů.

U motocyklů předpokládám stejný průběh, ale stejně jako u dosavadního vývoje předpokládám budoucí pokles hmotnosti méně výrazný než u automobilů, protože u většiny motorek nedošlo k tak dramatickému nárůstu hmotnosti a výbavy.

Do budoucna můžeme předpokládat využití materiálů a technologií, které se dnes běžně používají v leteckém průmyslu či při výrobě raketoplánů, neb tyto trendy se i v minulosti z těchto odvětví postupně dostávaly do sfér výroby silničních vozidel.



Obrázek 103 – vývoj minulý a budoucí (Fiat 500)

4 ZÁVĚR

Automobily a motocykly, tedy osobní dopravní prostředky, jsou v dnešní době běžnou věcí, bez níž si mnozí nedovedou představit každodenní život. Vzhledem k množství osobních dopravních prostředků, jež jsou denně využívány ovšem dochází ke spotřebě omezené zásoby fosilních paliv, což má i dopad na životní prostředí. Z tohoto důvodu je nutné snižovat spotřebu vozidel, čehož je docilováno například přechodem k vozidlům s alternativními pohonnými jednotkami, zefektivňováním klasických spalovacích pohonných jednotek nebo snižováním hmotnosti vozů.

Hmotnost vozidla ovlivňuje jeho dynamické vlastnosti, zvětšuje jeho setrvačnost, čímž zmenšuje jeho zrychlení a zvětšuje brzdnou dráhu, a při nesprávném rozložení hmoty ve vozidle navíc dochází k ovlivňování charakteristiky řízení, a tyto vlivy mohou zapříčiňovat nehody. Hmotnost automobilů i motocyklů v minulosti narůstala díky tomu, že do automobilů začaly přibývat nové bezpečnostní prvky jako bezpečnostní pásy, bezpečnostní skla, airbagy, a také prvky výbavy, které zvyšují užitný komfort vozu, jako například rádia, klimatizace, či vyhřívaná sedadla. V dnešní době dochází k využívání kvalitnějších ocelí, lehkých materiálů a slitin, kompozitních materiálů nebo plastů, které mají dobré pevnostní vlastnosti a jejichž použitím nedojde ke zhoršení bezpečnosti vozu. Také se využívají nové výrobní technologie, díky nimž dochází k efektivnějšímu využití materiálu, například CF metoda odlévání hliníku, která výrazně snižuje minimální tloušťku stěny odlitku atp. Při používání nových materiálů a technologií je dbáno i o náročnost a nákladnost výroby a případné recyklace těchto materiálů.

V nejbližších letech ve vozidlech bude dále přibývat výbava jak pro zvýšení komfortu, tak pro zvýšení bezpečnosti. S dalšími technologickými inovacemi, které budou v podobném duchu jako inovace, jež vedly k vytvoření konceptu MMLV nebo jsou používané u dnešních sportovních a luxusních vozů, bude nadále docházet ke zmenšování hmotnosti použitého materiálu, ať již náhradou za nové typy materiálu nebo nové slitiny, které budou mít výhodnější vlastnosti, nebo použitím menšího objemu materiálu díky novým technologickým možnostem a optimalizaci.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] GILLESPIE, T. D. *Fundamentals of vehicle dynamics*. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, c1992. ISBN 15-609-1199-9.
- [2] VLK, František. *Dynamika motorových vozidel*. 2. vyd. Brno: František Vlk, 2003. ISBN 80-239-0024-2.
- [3] Motorcycle dynamics. *Tyre and vehicle dynamics*. 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, c2006, s. 517-585. ISBN 0-7506-6918-7.
- [4] *REGULATION (EEC) No 4064/89 MERGER PROCEDURE: Article 6(1)(b) NON-OPPOSITION*. In: . Brusel: Office for Official Publications of the European Communities L-2985 Luxembourg, 1999. Dostupné také z: http://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/decisions/m1406_en.pdf
- [5] Car classification. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Car_classification#cite_note-18
- [6] 1957 Fiat Nuova 500 (man. 4) (model since July 1957 for Europe). *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/car/1957/708680/fiat_nuova_500.html
- [7] 1965 Fiat 500 model 110 3a serie (500D): all versions specifications and performance data. *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/fiat/500_typ_110_120/500_typ_110_series_iii_500d/1965.html
- [8] 1970 Fiat 500 model 110 4a serie (500F-500L): all versions specifications and performance data. *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/fiat/500_typ_110_120/500_typ_110_series_iv_500f_1/1970.html
- [9] 1975 Fiat 500 model 110 5a serie (500R): all versions specifications and performance data. *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/fiat/500_typ_110_120/500_typ_110_series_v_500r/1975.html
- [10] 1980 Fiat Panda 750. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=34067>
- [11] 1986 Fiat Panda 2a serie 4x2: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/fiat/panda_1gen/panda_1gen_series_ii/1986.html

- [12] 1991 Fiat Panda 750 L (man. 4) (model since September 1991 for Europe): specifications & performance data review. *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/car/1991/715265/fiat_panda_750_1.html
- [13] 1995 Fiat Panda 3a serie 4x2: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/fiat/panda_1gen/panda_1gen_series_iii/1995.html
- [14] 2000 Fiat Panda 3a serie 4x2: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/fiat/panda_1gen/panda_1gen_series_iii/2000.html
- [15] 2005 Fiat Panda 2nd-gen. Hatchback: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/fiat/panda_2gen/panda_2gen/2005.html
- [16] 2010 Fiat Panda 2nd-gen. Hatchback: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/fiat/panda_2gen/panda_2gen/2010.html
- [17] 2015 Fiat Panda 3rd-gen. Hatchback: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/fiat/panda_3gen/panda_3gen_hatchback/2015.html
- [18] 1963 Maserati Quattroporte AM 107. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=9262>
- [19] 1967 Maserati Quattroporte Tipo 107 2a Serie: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/maserati/quattroporte_1gen/quattroporte_1gen_2/1967.html
- [20] 1976 Maserati Quattroporte II Bertone: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/maserati/quattroporte_2gen/quattroporte_2gen/1976.html
- [21] 1980 Maserati Quattroporte III Ital Design Berlina: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog* TM: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/maserati/quattroporte_3gen/quattroporte_3gen/1980.html

- [22] 1985 Maserati Quattroporte III Ital Design Berlina: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog™: the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/maserati/quattroporte_3gen/quattroporte_3gen/1985.html
- [23] 1990 Maserati Quattroporte Royale: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog™: the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/maserati/quattroporte_3gen/quattroporte_3gen_royale/1990.html
- [24] 1995 Maserati Quattroporte 2.8 (man. 6) (model since December 1995 for Europe): specifications & performance data review. *Automobile catalog™: the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/car/1995/1446890/maserati_quattroporte_2_8.html
- [25] 2000 Maserati Quattroporte IV Evoluzione: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog™: the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/maserati/quattroporte_4gen/quattroporte_4gen_evoluzione/2000.html
- [26] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2005 MASERATI QUATTROPORTE. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/maserati/quattroporte/2005/base/base/>
- [27] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2010 MASERATI QUATTROPORTE. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/maserati/quattroporte/2010/base/base/>
- [28] Used 2015 Maserati Quattroporte Features & Specs. *Edmunds* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.edmunds.com/maserati/quattroporte/2015/features-specs/>
- [29] *Vládní návrh: na vydání zákona kterým se mění zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 247/2000 Sb., o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.* In: Praha, 2011, VI. volební období, 300/0. Dostupné také z: <http://www.psp.cz/sqw/text/orig2.sqw?idd=69607&pdf=1>
- [30] DKW Hummel: Inlandsmodell 1956 - 1960. *Das Moped - Museum* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.moped-museum.de/dkw/dkw-hummel-1956.htm>
- [31] Balkan MK50 2JU25 1970: 1970 Balkan MK50 2JU25 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/balkan_mk50_2ju25_1970.php
- [32] Yamaha DT 50 MX 1982: 1982 Yamaha DT 50 MX specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/yamaha_dt_50_mx_1982.php
- [33] Babetta 210. *Motorkari.cz* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.motorkari.cz/motokatalog/babetta/babetta-210.html>

- [34] Honda Ape 50 2002: 2002 Honda Ape 50 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/honda_ape_50_2002.php
- [35] Gilera DNA 50 2007. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/gilera_dna_50_2007.php
- [36] Honda Ape 50 2015: 2015 Honda Ape 50 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/honda_ape_50_2015.php
- [37] A new die-cast method for manufacturing innovation "Yamaha CF Aluminum Die Casting Technology" Developed Making possible the mass production of large but thin aluminum die-cast parts [online]. In: . 2002, 02-05 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://global.yamaha-motor.com/news/2002/0205/innovation.html>
- [38] Aluminium in cars: The lightweight potential [online]. In: s. 26 [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <https://www.european-aluminium.eu/media/1326/aluminium-in-cars-unlocking-the-lightweighting-potential.pdf>
- [39] LUKA, Jason M., Hyung Chul KIMB, Robert D. DE KLEINEB, Timothy J. WALLINGTONB a Heather L. MACLEAN. *Greenhouse gas emission benefits of vehicle lightweighting: MonteCarlo probabilistic analysis of the multi material lightweight vehicle glider. Elsevier Ltd.* [online]. 2018, 13. 2. 2018, , 10 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/2FF6F01E3E4503D71CD49EECA802DCECF06EFA4AB75580ED1AEFEAED806236A9D44325CDE34FEEAA1DFE6BE97B9C92A6>
- [40] Multi Material Lightweight Vehicle (MMLV) [online]. [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: https://www.magna.com/docs/default-source/Body-Chassis-Systemes/mmlv_one_pager.pdf?sfvrsn=4
- [41] 1957 Volkswagen Beetle Technical Specifications and Dimensions. *Conceptcarz: from concept to production* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.conceptcarz.com/s10875/volkswagen-beetle.aspx.aspx>
- [42] Toyota Corolla, 1966 MY KE10 KE10-F. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=138435>
- [43] 1970 Toyota Corolla: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog™: the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/toyota/corolla_01_e10/corolla_1gen/1970.html
- [44] 1975 Toyota Corolla E30: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog™: the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/toyota/corolla_03_e30_e40_e50_e60/corolla_2gen_e30/1975.html

- [45] 1980 Toyota Corolla: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/toyota/corolla_04_e70/corolla_3gen/1980.html
- [46] 1985 Toyota Corolla: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/toyota/corolla_05_e80/corolla_4gen/1985.html
- [47] 1990 Toyota Corolla: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/toyota/corolla_06_e90/corolla_5gen/1990.html
- [48] VOLKSWAGEN Polo 5 Doors: 1994-1999. *Autoevolution* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.autoevolution.com/cars/volkswagen-polo-5-doors-1994.html#aeng_volkswagen-polo-iii-5-doors-1994-10
- [49] VOLKSWAGEN Polo 5 Doors: 1999-2001. *Autoevolution* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.autoevolution.com/cars/volkswagen-polo-5-doors-1999.html#aeng_volkswagen-polo-iii-3-doors-2000-10
- [50] VOLKSWAGEN Polo 5 Doors: 2005-2008. *Autoevolution* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.autoevolution.com/cars/volkswagen-polo-5-doors-2005.html#aeng_volkswagen-polo-5-doors-2005-12-55-hp
- [51] VOLKSWAGEN Polo 5 Doors: 2009-2014. *Autoevolution* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.autoevolution.com/cars/volkswagen-polo-5-doors-2009.html#aeng_volkswagen-polo-5-doors-2009-12-60-hp
- [52] VOLKSWAGEN Polo 5 Doors: 2014-2017. *Autoevolution* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.autoevolution.com/cars/volkswagen-polo-5-doors-2014.html#aeng_volkswagen-polo-3-doors-2014-10l-5mt-60-hp
- [53] 1957 Opel Rekord. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=109670>
- [54] 1974 Volkswagen Golf 1.1 L. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=42262>
- [55] 1979 Volkswagen Golf: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/volkswagen/golf_1gen/golf_1gen/1979.html
- [56] 1985 Volkswagen Golf II: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/volkswagen/golf_2gen/golf_2gen/1985.html

- [57] 1990 Volkswagen Golf II: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: the complete catalog of cars since 1945 [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/volkswagen/golf_2gen/golf_2gen/1990.html
- [58] 1995 Volkswagen Golf GL: Pricing and Specs. *Carsguide: Buy cars. Sell cars. Simple.* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carsguide.com.au/volkswagen/golf/price/1995/gl?id=TpEU>
- [59] 2000 Volkswagen Golf 2-Door HB GL Automatic Specs. *The car connection: Car research made easy* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.thecarconnection.com/specifications/volkswagen_golf_2000_2dr-hb-gl-auto
- [60] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2005 VOLKSWAGEN GOLF CL. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/volkswagen/golf/2005/base/cl/>
- [61] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2010 VOLKSWAGEN GOLD 2.5 COMFORT LINE 5-DOOR. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: Technical Specifications: 2010 Volkswagen Golf 2.5 Comfortline 5-door Read more at <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/volkswagen/golf/2010/5-door/25-comfortline/#XydYuv1gsDFPRQcm.99>
- [62] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2015 VOLKSWAGEN GOLF TRENDLINE 5-DOOR. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/volkswagen/golf/2015/5-door/trendline/>
- [63] 1961 Volkswagen 1500 Notchback Typ 3. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=135410>
- [64] Volkswagen Type 3 1600 L Specs: (1968 -) Years Technical Specifications. *UltimateSPECS* [online]. [cit. 2018-05-21]. Dostupné z: <https://www.ultimatespecs.com/car-specs/Volkswagen/21621/Volkswagen-Type-3-1600-L.html>
- [65] 1974 Volkswagen Passat: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: the complete catalog of cars since 1945 [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/volkswagen/passat_1gen/passat_1gen/1974.html
- [66] 1980 Volkswagen Passat: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: the complete catalog of cars since 1945 [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/volkswagen/passat_1gen/passat_1gen/1980.html
- [67] 1985 Volkswagen Passat: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: the complete catalog of cars since 1945 [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/volkswagen/passat_2gen/passat_2gen/1985.html

- [68] 1990 Volkswagen Passat: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: the complete catalog of cars since 1945 [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/volkswagen/passat_3gen/passat_3gen/1990.html
- [69] Volkswagen Passat Variant 1.9 TDI, 1995 MY. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=323400>
- [70] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2000 VOLKSWAGEN PASSAT. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/volkswagen/passat/2000/base/gls-18t/>
- [71] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2005 VOLKSWAGEN PASSAT. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/volkswagen/passat/2005/base/gls-v6/>
- [72] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2010 VOLKSWAGEN PASSAT. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/volkswagen/passat/2010/base/trendline/>
- [73] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2015 VOLKSWAGEN PASSAT. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/volkswagen/passat/2015/base/comfortline/>
- [74] 1955 Toyota Crown: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: the complete catalog of cars since 1945 [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/toyota/crown_1gen/crown_1gen/1955.html
- [75] 1960 Toyota Crown. *BestCarMagazine* [online]. 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://bestcarmag.com/makes/Toyota/Crown/1960-Toyota-Crown>
- [76] 1965 Toyota Crown Deluxe: Pricing and Specs. *Carsguide: Buy cars. Sell cars. Simple.* [online]. 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.carsguide.com.au/toyota/crown/price/1965/deluxe?id=EJFT>
- [77] 1970 Toyota Crown Custom: Pricing and Specs. *Carsguide: Buy cars. Sell cars. Simple.* [online]. 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.carsguide.com.au/toyota/crown/price/1970/custom?id=TdTW>
- [78] 1975 Toyota Crown. *BestCarMagazine* [online]. 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://bestcarmag.com/makes/Toyota/Crown/1975-Toyota-Crown>
- [79] Toyota Crown Super, 1980 MY. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=21923>
- [80] Seventh (S120 Model: 1983–1987). In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001– [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_Crown#Seventh_\(S120_Model:_1983–1987\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_Crown#Seventh_(S120_Model:_1983–1987))

- [81] 1990 TOYOTA CROWN. *Car Directory: Car Pictures, Auto Repair Help, Used Cars For Sale, Specs* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: http://www.cars-directory.net/specs/toyota/crown/1990_8/3385/
- [82] Toyota Crown Royal Saloon G, 1995 MY JZS155 E-JZS155-AEPUF. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=349921>
- [83] Toyota Crown Royal Saloon, 1998 MY JZS151 GF-JZS151-AEPQF. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=354211>
- [84] 2005 TOYOTA CROWN. *BE FORWARD* [online]. Tokyo, 2018 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.beforward.jp/toyota/crown/bf541958/id/656790/>
- [85] Toyota Crown Royal 2.5 V6 D-4, 2010 MY DBA-GRS200-AETQH. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=216348>
- [86] TOYOTA CROWN ATHLETE-T. *Goonet: Exchange* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: http://www.goo-net-exchange.com/catalog/TOYOTA_CROWN/10099877/
- [87] Toyota Land Cruisers: Restoration, Sales & Service. *Toyota Land Cruisers* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://tlc4x4.com/fj40.htm#sthash.g1GDAksb.dpbs>
- [88] 1965 Toyota Land Cruiser SWB (4x4): Pricing and Specs. *Carsguide: Buy cars. Sell cars. Simple.* [online]. 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.carsguide.com.au/toyota/landcruiser/price/1965/swb---4x4--?id=BVjNwAjQ>
- [89] 1970 Toyota Land Cruiser SWB (4x4): Pricing and Specs. *Carsguide: Buy cars. Sell cars. Simple.* [online]. 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.carsguide.com.au/toyota/landcruiser/price/1970/swb---4x4--?id=BBzN3AjQ>
- [90] 1975 Toyota Land Cruiser J4: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog™: the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/toyota/land_cruiser_j4/land_cruiser_j4/1975.html
- [91] 1980 Toyota Land Cruiser SWB (4x4): Pricing and Specs. *Carsguide: Buy cars. Sell cars. Simple.* [online]. 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.carsguide.com.au/toyota/landcruiser/price/1980/swb---4x4--?id=SIUU>
- [92] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 1985 TOYOTA LAND CRUISER 60 SERIES. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/toyota/land-cruiser/1985/base/60-series/>
- [93] 1990 Toyota Land Cruiser 80: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog™: the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/toyota/land_cruiser_80/land_cruiser_80/1990.html

- [94] 1995 Toyota Land Cruiser (4x4): Pricing and Specs. *Carsguide: Buy cars. Sell cars. Simple.* [online]. 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.carsguide.com.au/toyota/landcruiser/price/1995/--4x4--?id=NJFU>
- [95] 2000 Toyota Land Cruiser (4x4): Pricing and Specs. *Carsguide: Buy cars. Sell cars. Simple.* [online]. 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.carsguide.com.au/toyota/landcruiser/price/2000/--4x4--?id=0UDO>
- [96] 2005 Toyota Land Cruiser (4x4): Pricing and Specs. *Carsguide: Buy cars. Sell cars. Simple.* [online]. 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.carsguide.com.au/toyota/landcruiser/price/2005/--4x4--?id=HVDMGNVr>
- [97] 2010 Toyota Land Cruiser WORKMATE (4x4): Pricing and Specs. *Carsguide: Buy cars. Sell cars. Simple.* [online]. 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.carsguide.com.au/toyota/landcruiser/price/2010/workmate----4x4--?id=BBTMJ1kS>
- [98] 2015 Toyota Land Cruiser WORKMATE (4x4): Pricing and Specs. *Carsguide: Buy cars. Sell cars. Simple.* [online]. 2015 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.carsguide.com.au/toyota/landcruiser/price/2015/workmate----4x4--?id=BVTMRNzT>
- [99] 1990 Toyota Previa. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=36201>
- [100] 1995 Toyota Previa. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=16445>
- [101] Toyota Previa 2.0 D4-D Linea Terra 2001 - 2003. *Cars-data: All technical specs in one car database* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.cars-data.com/en/toyota-previa-2.0-d4-d-linea-terra-specs/48687>
- [102] Toyota Previa 2.4 16v VVT-i Linea Soleil 2004 - 2005. *Cars-data: All technical specs in one car database* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.cars-data.com/en/toyota-previa-2.4-16v-vvt-i-linea-soleil-specs/48694>
- [103] Toyota Estima 2.4 Aeras 7-seater (A). *ONESHIFT* [online]. Singapore [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.oneshift.com/new-cars/car-specs/2248/toyota-estima-2-4-aeras-7-seater-a>
- [104] Toyota Previa. *Carbase.my: Malaysia's #1 car buyers guide* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.carbase.my/toyota/previa/acr50/2.4gl-2015>
- [105] 1964 Porsche 911 O Series. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=32769>
- [106] 1969 Porsche 911 2nd Series Coupe (B Series): all versions specifications and performance data. *Automobile catalog™: the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/porsche/911/911_2_coupe/1969.html

- [107] 1973 Porsche 911 3rd Series Coupe (G Series): all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.automobile-catalog.com/make/porsche/911/911/1973.html>
- [108] 1977 Porsche 911 3rd Series Coupe (G Series): all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <http://www.automobile-catalog.com/make/porsche/911/911/1977.html>
- [109] 1983 Porsche 911 Carrera 3.2 Coupe: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/porsche/911/911_3_carrera_32_coupe/1983.html
- [110] 1989 Porsche 911 Carrera 3.2 Coupe: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog*™: *the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/porsche/911/911_3_carrera_32_coupe/1989.html
- [111] 1993 Porsche 911 Carrera RS America 964. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=132055>
- [112] 1996 Porsche 911 Carrera Targa 993. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=170500>
- [113] Used 2000 Porsche 911 Features & Specs. *Edmunds: Let's find your perfect car* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.edmunds.com/porsche/911/2000/features-specs/>
- [114] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2005 PORSCHE 911 CARRERA S. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/porsche/911/2005/base/carrera-s/>
- [115] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2010 PORSCHE 911 CARRERA S. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/porsche/911/2010/base/carrera-s/>
- [116] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2015 PORSCHE 911 CARRERA. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/porsche/911/2015/carrera/base/>
- [117] 1997 Toyota Prius NHW10. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=230824>
- [118] 2000 Toyota Prius NHW11. *Carfolio.com: World car specifications* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=230989>

- [119] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2004 Toyota Prius. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/toyota/prius/2004/base/base/>
- [120] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2009 Toyota Prius. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/toyota/prius/2009/base/base/>
- [121] TECHNICAL SPECIFICATIONS: 2015 Toyota Prius Plug-In. *Auto123.com* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.auto123.com/en/new-cars/technical-specs/toyota/prius/2015/plug-in/base/>
- [122] FIAT Panda: 2003-2011. *Autoevolution* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.autoevolution.com/cars/flat-panda-2003.html#aeng_fiat-panda-2003-11
- [123] FIAT Panda: 2011-. *Autoevolution* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.autoevolution.com/cars/flat-panda-2011.html#aeng_fiat-panda-2011-09-turbo-twinair-85-hp
- [124] PANDA. *Fiat* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.fiat.cz/content/dam/fiat/cz/brochure/PANDA.pdf>
- [125] 2005 Maserati Quattroporte V 1a Serie: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog™: the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/maserati/quattroporte_5gen/quattroporte_5gen/2005.html
- [126] 2010 Maserati Quattroporte V 2a Serie: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog™: the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/maserati/quattroporte_5gen/quattroporte_5gen_2/2010.html
- [127] 2015 Maserati Quattroporte GTS. *Www.fueleconomy.gov: The official U.S. government source for fuel economy information* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <https://www.fueleconomy.gov/feg/Find.do?action=sbs&id=35200>
- [128] 2018 Maserati Quattroporte VI phase-II: all versions specifications and performance data. *Automobile catalog™: the complete catalog of cars since 1945* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: http://www.automobile-catalog.com/make/maserati/quattroporte_6gen/quattroporte_6gen_2/2018.html
- [129] Simplex Automatic 1942: 1942 Simplex Automatic specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/simplex_automatic_1942.php
- [130] DKW RT 175 W 1950: 1950 DKW RT 175 W specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/dkw_rt_175_w_1950.php

- [131] Aermacchi HD 125 Zeffiro 1956: 1956 Aermacchi HD 125 Zeffiro specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/aermacchi_hd_125_zeffiro_1956.php
- [132] Moto Guzzi Stornello 1960: 1960 Moto Guzzi Stornello specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/moto_guzzi_stornello_1960.php
- [133] Bultaco Tralla 102 1963: 1963 Bultaco Tralla 102 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bultaco_tralla_102_1963.php
- [134] Zündapp KS 100 1970: 1970 Zündapp KS 100 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/zundapp_ks_100_1970.php
- [135] Kawasaki KE 125 1975: 1975 Kawasaki KE 125 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kawasaki_ke_125_1975.php
- [136] Cagiva SST 125 1980: 1980 Cagiva SST 125 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/cagiva_sst_125_1980.php
- [137] Kreidler Mustang 125 1985: 1985 Kreidler Mustang 125 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kreidler_mustang_125_1985.php
- [138] KTM Enduro 125 VC 1990: 1990 KTM Enduro 125 VC specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/ktm_enduro_125_vc_1990.php
- [139] Honda CG 125 1997: 1997 Honda CG 125 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/honda_cg_125_1997.php
- [140] Zongshen 110-9 2005: 2005 Zongshen 110-9 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/zongshen_110-9_2005.php
- [141] TVS Max 100 2010: 2010 TVS Max 100 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/tvs_max_100_2010.php
- [142] Honda MSX125 2015: 2015 Honda MSX125 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/honda_msx125_2015.php

- [143] BMW R39 1926: 1926 BMW R39 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bmw_r39_1926.php
- [144] NSU 251 OSL 1933: 1933 NSU 251 OSL specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/nsu_251_osl_1933.php
- [145] NSU 251 OSL 1938: 1938 NSU 251 OSL specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/nsu_251_osl_1938.php
- [146] BMW R24 1948: 1948 BMW R24 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bmw_r24_1948.php
- [147] BMW R24 1950: 1950 BMW R24 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bmw_r24_1950.php
- [148] BMW R25 3 1955: 1955 BMW R25 3 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bmw_r25_3_1955.php
- [149] BMW R26 1960: 1960 BMW R26 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bmw_r26_1960.php
- [150] BMW R27 1965: 1965 BMW R27 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bmw_r27_1965.php
- [151] Ducati 250 Mark 3 1970: 1970 Ducati 250 Mark 3 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/ducati_250_mark_3_1970.php
- [152] Kawasaki KH 250 1975: 1975 Kawasaki KH 250 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kawasaki_kh_250_1975.php
- [153] Kawasaki Z 250 A 1980: 1980 Kawasaki Z 250 A specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kawasaki_z_250_a_1980.php
- [154] Honda CB 250 N 1985: 1985 Honda CB 250 N specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/honda_cb_250_n_1985.php

- [155] Kawasaki KLR 250 (reduced effect) 1990: 1990 Kawasaki KLR 250 (reduced effect) specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kawasaki_klr_250_reduced_effect_1990.php
- [156] Suzuki GN 250 1995: 1995 Suzuki GN 250 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/suzuki_gn_250_1995.php
- [157] Suzuki GZ 250 Marauder 2000: 2000 Suzuki GZ 250 Marauder specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/suzuki_gz_250_marauder_2000.php
- [158] Honda CB 250 Nighthawk 2005: 2005 Honda CB 250 Nighthawk specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/honda_cb_250_nighthawk_2005.php
- [159] Yamaha V Star 250 2010: 2010 Yamaha V Star 250 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/yamaha_v_star_250_2010.php
- [160] Yamaha V Star 250 2015: 2015 Yamaha V Star 250 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/yamaha_v_star_250_2015.php
- [161] BMW R37 1925: 1925 BMW R37 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bmw_r37_1925.php
- [162] BMW R57. MCS [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: http://www.motorcyclespecs.co.za/model/bmw/bmw_r57.htm
- [163] BMW Kompressor 1935: 1935 BMW Kompressor specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bmw_kompressor_1935.php
- [164] BMW R51 1940: 1940 BMW R51 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bmw_r51_1940.php
- [165] Moto Guzzi Alce 1945: 1945 Moto Guzzi Alce specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/moto_guzzi_alce_1945.php
- [166] BMW R51 2 1950: 1950 BMW R51 2 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bmw_r51_2_1950.php

- [167] BMW R50 1955: 1955 BMW R50 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bmw_r50_1955.php
- [168] BMW R50 1960: 1960 BMW R50 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bmw_r50_1960.php
- [169] R50 2 1965: 1965 BMW R50 2 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/bmw_r50_2_1965.php
- [170] Kawasaki 500 H 1 Mach III 1970: 1970 Kawasaki 500 H 1 Mach III specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kawasaki_500_h_1_mach_iii_1970.php
- [171] Kawasaki 500 H 1 Mach III 1974: 1974 Kawasaki 500 H 1 Mach III specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kawasaki_500_h_1_mach_iii_1974.php
- [172] Kawasaki Z 500 1980: 1980 Kawasaki Z 500 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kawasaki_z_500_1980.php
- [173] Kawasaki GPZ 500 S (reduced effect #2) 1987: 1987 Kawasaki GPZ 500 S (reduced effect #2) specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kawasaki_gpz_500_s_reduced_effect_2_1987.php
- [174] Kawasaki EN 500 1990: 1990 Kawasaki EN 500 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kawasaki_en_500_1990.php
- [175] Kawasaki EN 500 1995: 1995 Kawasaki EN 500 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kawasaki_en_500_1995.php
- [176] Kawasaki EN 500 1999: 1999 Kawasaki EN 500 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kawasaki_en_500_1999.php
- [177] Kawasaki Vulcan 500 Ltd - EN 500 C 2005: 2005 Vulcan 500 Ltd - EN 500 C specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kawasaki_vulcan_500_ltd-en_500_c_2005.php
- [178] Kawasaki Vulcan 500 Ltd 2010: 2010 Vulcan 500 Ltd specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/kawasaki_vulcan_500_ltd_2010.php

- [179] Enfield Classic 500 2015: 2015 Enfield Classic 500 specifications, pictures, reviews and rating. *Bikez.com: SPECS · PICS · REVIEWS · RATING* [online]. [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: https://www.bikez.com/motorcycles/enfield_classic_500_2015.php

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

SUV	sport utility vehicle
MPV	multi-purpose vehicle
BMW	Bayerische Motoren Werke AG
ESP	Electronic Stability Program
ABS	Anti-lock Braking System
cc	kubický centimetr
VW	Volkswagen AG
CNG	compressed natural gas
LPG	liquid petroleum gas
CF	controlled filling (odlévání hliníku)

SEZNAM PŘÍLOH

PI	Tabulka vývoje hmotnosti automobilů všech tříd podle Evropské komise
PII	Tabulka vývoje deklarované spotřeby paliva u Fiatu Panda od r. 2000
PIII	Tabulka vývoje deklarované spotřeby paliva u Maserati Quattroporte od r. 2000
PIV	Tabulka vývoje hmotností motocyklů s objemem motoru do 125cc
PV	Tabulka vývoje hmotností motocyklů s objemem motoru do 350cc
PVI	Tabulka vývoje hmotností motocyklů s objemem motoru nad 350cc

PŘÍLOHY

PI – Tabulka vývoje hmotnosti automobilů všech tříd podle Evropské komise

Třída B	Rok	1957	1966	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	
	m [kg]	730	720	770	885	875	942	1030	850	882	989	993	1050	
	Model	VW Typ1	Toyota Corolla						Volkswagen Polo					
	Zdroj	[41]	[42]	[43]	[44]	[45]	[46]	[47]	[48]	[49]	[50]	[51]	[52]	
Třída C	Rok	1957	1974	1979	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015			
	m [kg]	905	750	750	845	865	1050	1259	1296	1346	1318			
	Model	Opel Rekord	Volkswagen Golf											
	Zdroj	[53]	[54]	[55]	[56]	[57]	[58]	[59]	[60]	[61]	[62]			
Třída D	Rok	1961	1968	1974	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015		
	m [kg]	860	960	885	868	985	1100	1380	1380	1586	1454	1439		
	Model	VW Typ 3			Volkswagen Passat									
	Zdroj	[63]	[64]	[65]	[66]	[67]	[68]	[69]	[70]	[71]	[72]	[73]		
Třída E	Rok	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1998	2005	2010	2015
	m [kg]	1250	1250	1265	1255	1356	1435	1410	1630	1530	1530	1580	1590	1590
	Model	Toyota Crown												
	Zdroj	[74]	[75]	[76]	[77]	[78]	[79]	[80]	[81]	[82]	[83]	[84]	[85]	[86]
Třída J	Rok	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	
	m [kg]	1480	1482	1600	1790	1730	1800	2090	2087	2235	2445	2125	2615	
	Model	Toyota Land Cruiser												
	Zdroj	[87]	[88]	[89]	[90]	[91]	[92]	[93]	[94]	[95]	[96]	[97]	[98]	
Třída M	Rok	1990	1995	2000	2004	2009	2015							
	m [kg]	1730	1755	1645	1540	1740	1845							
	Model	Toyota Previa												
	Zdroj	[99]	[100]	[101]	[102]	[103]	[104]							
Třída S	Rok	1963	1969	1973	1977	1983	1989	1993	1996	2000	2005	2010	2015	
	m [kg]	1080	1020	1075	1120	1210	1160	1340	1475	1320	1420	1425	1400	
	Model	Porsche 911												
	Zdroj	[105]	[106]	[107]	[108]	[109]	[110]	[111]	[112]	[113]	[114]	[115]	[116]	
Toyota Prius	Rok	1997	2000	2004	2009	2015								
	m [kg]	1240	1250	1310	1335	1435								
	Zdroj	[117]	[118]	[119]	[120]	[121]								

PII – Tabulka vývoje deklarované spotřeby paliva u Fiatu Panda od r. 2000

Fiat Panda	Rok	2000	2005	2010	2015	2018
	l/100 km	6,1	5,7	5	4,2	4,5
	Zdroj	[13]	[122]	[15]	[123]	[124]

PIII – Tabulka vývoje deklarované spotřeby paliva u Maserati Quattroporte od r. 2000

Maserati Quattroporte	Rok	2000	2005	2010	2015	2018
	l/100 km	16,9	16,8	14,73	10,5	9,1
	Zdroj	[24]	[125]	[126]	[127]	[128]

PIV – Tabulka vývoje hmotností motocyklů s objemem motoru do 125cc

125 cm ³	Rok	1942	1950	1956	1960	1963
	m [kg]	68,7	90,5	97,5	97	105
	Model	Simplex Automatic	DKW RT 175 W	Aermacchi HD 125 Zeffiro	Moto Guzzi Stornello	Bultaco Tralla 102
	Zdroj	[129]	[130]	[131]	[132]	[133]
	Rok	1970	1975	1980	1985	1990
	m [kg]	102	109	116	110	113
	Model	Zündapp KS 100	Kawasaki KE 125	Cagiva SST 125	Kreidler Mustang 125	KTM Enduro 125
	Zdroj	[134]	[135]	[136]	[137]	[138]
	Rok	1997	2005	2010	2015	
	m [kg]	118,5	94	96	101,7	
	Model	Honda CG 125	Zongshen 110	TVS Max 100	Honda MSX 125	
	Zdroj	[139]	[140]	[141]	[142]	

PV – Tabulka vývoje hmotností motocyklů s objemem motoru do 350cc

350 cm ³	Rok	1926	1933	1938	1948	1950	1955
	m [kg]	110	137	137	130	130	150
	Model	BMW R39	NSU 251 OSL	NSU 251 OSL	BMW R24	BMW R24	BMW R25 3
	Zdroj	[143]	[144]	[145]	[146]	[147]	[148]
	Rok	1960	1965	1970	1975	1980	1985
	m [kg]	158	162	136	175	167	186
	Model	BMW R26	BMW R27	Ducati 250 Mk3	Kawasaki KH 250	Kawasaki Z 250 A	Honda CB 250 N
	Zdroj	[149]	[150]	[151]	[152]	[153]	[154]
	Rok	1990	1995	2000	2005	2010	2015
	m [kg]	134	141	148	145	147	147,9
	Model	Kawasaki KLR 250 re	Suzuki GN 250	Suzuki GZ 250	Honda CB 250 Nighthawk	Yamaha V Star 250	Yamaha V Star 250
	Zdroj	[155]	[156]	[157]	[158]	[159]	[160]

PVI – Tabulka vývoje hmotností motocyklů s objemem motoru nad 350cc

500 cm ³	Rok	1925	1930	1935	1940	1945
	m [kg]	134	150	138	182	170
	Model	BMW R37	BMW R57	BMW Kompressor	BMW R51	Moto Gucci Alce
	Zdroj	[161]	[162]	[163]	[164]	[165]
	Rok	1950	1955	1960	1965	1970
	m [kg]	185	195	195	195	184
	Model	BMW R51 2	BMW R50	BMW R50	BMW R50 2	H1 Mach III
	Zdroj	[166]	[167]	[168]	[169]	[170]
	Rok	1974	1980	1987	1990	1995
	m [kg]	210	210	196	200	203
	Model	500 H 1 Mach III	Z500	GPZ 500 S (red. ef. 2)	EN 500	EN 500
	Zdroj	[171]	[172]	[173]	[174]	[175]
	Rok	1999	2005	2010	2015	
	m [kg]	214	215	214,1	190	
	Model	EN 500	Vulcan 500 LTD	Vulcan 500 LTD	Enfield 500 Classic	
	Zdroj	[176]	[177]	[178]	[179]	